اثر نوع و سطوح برخی امولسیفایرها، و آنزیم α- آمیلاز قارچی بر ویژگی های خمیر
۱. تجزیه و تحلیل خواص رئولوژیکی

آرش کوچکی - سیدعلی مرتضوی - مهدی نصیری محلاتی - مهدی کریمی[۱]
تاریخ دریافت: ۸۳/۲/۷

چکیده

به منظور تعیین تاثیر نوع امولسیفایر (E322 (لسیتین)، E471 (Distilled monoglyceride) و E472 (Diacetyl tartaric acid esters of monodiglycerides acids)) و سطوح مصرف آن (صفر، ۰/۲۵ ، ۰/۵ ، ۰/۷۵ و ۱ درصد) و نیز آنزیم α- آمیلاز قارچی و سطوح مصرف آن (صفر، ۵ ، ۱۰ و ۲۰ گرم در صد کیلوگرم آرد) بر خصوصیات رئولوژی خمیر آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. کلیهٔ خصوصیات رئولوژیکی خمیر (ویسکوزیته، دمای ژلاتیناسیون، ثبات ، شاخص مقاومت به مخلوط شدن، عدد والوریمتری، زمان توسعه، عدد فالینگ، درصد جذب آب و قابلیت کشش در دو زمان ۲۰ و ۶۵ دقیقه) اندازه گیری و آنالیز آماری شد. افزودن این امولسیفایرها در مقایسه با نمونهٔ شاهد ویسکوزیته را افزایش داد و با افزایش غلظت هر سه نوع امولسیفایر ، ویسکوزیته ابتدا روند افزایشی داشت و سپس به ثبات رسید. علاوه بر این با افزایش غلظت امولسیفایرها دمای ژلاتیناسیون افزایش نشان داد. تأثیر افزایش غلظت امولسیفایر بر بهبود ثبات خمیر نسبت به شاهد تنها در مورد E472 معنی دار بود. امولسیفایرهای E471 و E472 به ترتیب بیشترین و کمترین اثر را بر شاخص مقاومت به مخلوط شدن خمیر نشان دادند. اثر امولسیفایر E472 بر اندیس والوریمتری خمیر بیشتر از دو امولسیفایر دیگر بود. افزایش غلظت امولسیفایرها در ابتدا باعث افزایش نسبی اندیس والوریمتری و سپس ثبات سریع آن شد. اثر امولسیفایر E472 بر زمان توسعهٔ خمیر بیشتر از دو امولسیفایر دیگر بود اما دامنهٔ این اثر چندان زیاد نبود. امولسیفایر E471 بر عدد فالینگ بیشتر از دو امولسیفایر دیگر تاثیر گذاشت. البته با افزایش غلظت هر سه نوع امولسیفایر ، عدد فالینگ افزایش یافت. استفاده از امولسیفایر تنها در مورد لسیتین و E472 باعث افزایش درصد جذب آب گردید. استفاده از امولسیفایرها میزان کشش پذیری خمیر را نسبت به شاهد در زمانهای ۲۰ و ۶۵ دقیقه بعد از استراحت خمیر افزایش داد. افزودن آنزیم α- آمیلاز به آرد باعث افزایش شاخص مقاومت به مخلوط شدن خمیر و دمای ژلاتیناسیون گردید. افزایش این آنزیم تا غلظت ۵ گرم در ۱۰۰ کیلوگرم آرد باعث کاهش عدد والوریمتری، ثبات خمیر، زمان توسعهٔ خمیر و درصد جذب آب شد. با افزودن آنزیم α - آمیلاز در حضور امولسیفایرهای لسیتین، E471 و E472 درصد جذب آب در غلظتهای بالاتر از ۱۰ گرم آنزیم در ۱۰۰ کیلوگرم آرد به ثبات رسید. با افزایش غلظت تا مقادیر ۱۰ گرم آنزیم در ۱۰۰ کیلوگرم آرد، ویسکوزیته ابتدا روند نزولی داشت و پس از آن ثابت باقی ماند. با افزایش غلظت آنزیم α- آمیلاز، قابلیت کشش خمیر پس از ۲۰ و ۶۵ دقیقه استراحت و همچنین عدد فالینگ کاهش یافتند.

واژه های کلیدی: رئولوژی، امولسیفایر، آنزیم α - آمیلاز، خمیر.

مقدمه

خمیر یک ماده ویسکو الاستیک است که خصوصیات رئولوژیکی حدواسط مایع ویسکوز و جامد الاستیک از خود بروز می دهد (۲۹). ویژگیهای ویسکوالاستیکی خمیر حاصل از آرد گندم بر خصوصیات دستگاهی، بافت و ماندگاری فرآورده نهایی تأثیر می گذارد (۶). در نتیجه بهبود کیفیت نان و بخصوص کاهش سفتی و بیاتی آن مستلزم اصلاح ویژگی های خمیر است و با بهبود خصوصیات رئولوژیکی خمیر می توان این صفات را بهبود بخشید (۳ ، ۲۷). از این رو مطالعه خمیر و خواص آن اهمیت ویژه ای دارد و به طور کلی جهت انجام هرگونه آزمایشی بر روی فرآورده های حاصل از آرد گندم، دانستن خصوصیات رئولوژیکی خمیر امری ضروری می باشد. بگونه ای که می توان کیفیت فرآورده حاصله را از روی رفتارهای رئولوژیکی خمیر تعیین نمود. یاسوناگا و همکاران (۳۰) از دستگاههای ویسکو آمیلوگراف

۱- به ترتیب دانشجوی دکترا، استاد، دانشیار ودانشجوی دکترا دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

برابندر ، ویسکو آنالایزر سریع و دستگاههای مشابه برای اندازه گیری دامنه ژلاتینه شدن نشاسته در مغز نان استفاده کردند و میزان بیاتی نان را تعیین نمودند.

برخی مطالعات حاکی از آن است که سرعت و درجه سفتی فرآورده های خبازی را می توان با اضافه کردن آنزیم α - آمیلاز کاهش داد (۱۱ ، ۱۷) و از این طریق بافت، طعم، عطر و ویژگیهای کیفی آنها را بهبود بخشید. در آزمایشی اثر افزودن α-آمیلاز بر حجم نان بررسی و مشاهده شد که با افزودن این آنزیم حجم نان افزایش یافت (۱۰ ، ۲۴). راسل و همکاران (۲۱) مشاهده کردند که فعالیت آنزیم α - آمیلاز تجاری حاصل از منابع مختلف (آرد گندم، جو، قارچ و باکتری) تحت تأثیر شرایط فرآیند آماده سازی و وجود اجزای دیگر در خمیر قرار دارند. شولتز و همکاران (۲۳) اظهار داشتند α-آمیلاز ملکولهای کوچک نشاسته را به طور نسبی به دکسترین هیدرولیز می کند. افزایش دکسترین هایی با وزن ملکولی کم که بوسیله آنزیم α -آمیلاز باکتریائی تولید می شود، باعث کاهش رتروگرادسیون نشاسته می گردد. زیل و سنتی (۳۱) نیز بر این اعتقاد بودند که دکسترین ها باعث انقطاع شبکه نشاسته شده و سختی آنرا کاهش می دهند. نامبردگان اظهار داشتند که عمل اولیه α -آمیلاز ممکن است عمدتاً به صورت حمله تصادفی باشد و این آنزیم می تواند اثر یکسانی بر همه اتصالات گلیکوزیدی (۴ ← ۱) α بجز آنهایی که در حوالی نقاط اتصال (۶ ← ۱) α قراردارند، داشته باشد. به محض این که این آنزیم با ملکول نشاسته ایجاد کمپلکس کرد، باعث شکستن زنجیره های آن می شود.

مواد فعال سطحی یا امولسیفایرها، هم در مراحل تهیه خمیر و هم در فرآورده نهایی اثرات مفیدی خواهند داشت. این اثرات در مرحله تولید خمیر شامل: افزایش قابلیت کشش و امکان کار با ادوات مکانیکی؛ بهبود ماندگاری گاز در خمیر که منجر به کاهش نیاز به مخمر، پخت بهتر و سریعتر و افزایش حجم می شود؛ مقاومت بیشتر نسبت به مخلوط شدن؛ افزایش جذب آب؛ بهبود ثبات در هنگام جابجایی و همچنین سرعت پخت می باشد (۱۴). لسیتین بدلیل این که از منابع طبیعی استخراج می شود (۲۵) و DATEM به دلیل بهبود مغز نان (۱۶) از متداول ترین امولسیفایرهای به کار رفته در صنایع نانوایی هستند. واتسون و واکر (۲۸) اثر امولسیفایرهای استریفیه شده ساکارز بر خصوصیات اختلاط خمیر با استفاده از فارینوگراف برابندر و میکسوگراف را مطالعه کردند و مشاهده کردند که امولسیفایر باعث کاهش زمان رسیدن به نقطه حداکثر در فارینوگراف شد و زمان مخلوط شدن خمیر را افزایش داد ولی اثری بر جذب آب نداشت.

به طور کل مطالعات روی اثر امولسیفایرها و آنزیم α -آمیلاز بر خواص رئولوژیکی خمیر بسیار محدود است و تأثیر افزایش غلظت این امولسیفایرها و آنزیم α - آمیلاز مورد بررسی قرار نگرفته است. هدف از انجام این مطالعه، بررسی اثر سه نوع امولسیفایر E322 (لسیتین)، E472 (Distilled monoglyceride) و E472 (Diacetyl tartaric acid esters of monodiglycerides acids)، و آنزیم α-آمیلاز قارچی بر ویژگی های رئولوژیکی خمیر و یافتن مدل هایی جهت بررسی روند این تغیرات و در نتیجه یافتن مطلوب ترین سطوح افزودنی ها جهت بهبود این ویژگی ها می باشد. مهمترین روش بکار رفته در طبقه بندی امولسیفایرها، شاخص HLB و پتانسیل یونیزاسیون آنها می باشد که در این مطالعه نیز سعی بر این بود که از هر سه نوع امولسیفایر با خواص آمفوتری (لسیتین)، آنیونی (E472) و غیر یونی (E471) استفاده شود (۲۶).

مواد و روشها

در این آزمایش آرد ۱۳/۵ درصد سبوس گرفته شده از کارخانه آسه آرد تهیه شد. برای این منظور، آرد مورد نیاز یکجا تهیه و در سردخانه نگهداری شد. آرد مورد بررسی دارای ۱۳/۲ درصد رطوبت، ۱۲/۷ درصد پروتئین، ۱/۷۶ درصد چربی، ۰/۸ درصد خاکستر، ۲۸/۷ درصد گلوتن مرطوب و عدد فالینگ ۴۶۰ ثانیه بود. امولسیفایرهای مورد استفاده شامل لسیتین، E471 و E472 که بیشترین استفاده را در صنایع خبازی دارا می باشند از شرکت Beldem (کشور بلژیک) تهیه شد. آنزیم مورد استفاده از نوع α-آمیلاز قارچی بود که از شرکت Beldem (کشور بلژیک) تهیه گردید. مخمر *Saccharomyces cerevisiae* از شرکت ایران ملاس تهیه شد.

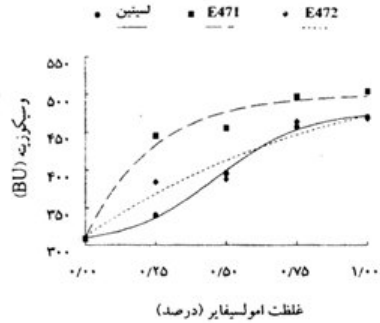
اندازه گیری ها - رطوبت آرد مورد نظر توسط دستگاه رطوبت سنج برابندر (کشور آلمان) اندازه گیری شد. جهت تعیین عدد فالینگ از دستگاه فالینگ نامبر و براساس دستورالعمل سازنده این

دستگاه استفاده گردید. برای تعیین کمیت هایی از قبیل مقدار جذب آب آرد، ثبات خمیر، شاخص مقاومت خمیر، شاخص مقاومت به مخلوط شدن، زمان توسعه خمیر و اندیس والوریمتری از دستگاه فارینوگراف مدل برابندر و براساس استانداردAACC 54-21 (۲) استفاده شد. ویسکوزیته و درجه حرارت ژلاتیناسیون خمیر از روی منحنی های به دست آمده از دستگاه آمیلوگراف برابندر و براساس استاندارد AACC 54-21 (۲) محاسبه شدند. قابلیت کشش خمیر از طریق منحنی های رسم شده توسط دستگاه اکستنسوگراف مدل برابندر و براساس استاندارد AACC 54-10 (۲) اندازه گیری شد.

طرح آماری و آنالیز داده ها - تیمارهای آزمایش شامل ترکیبی از سه نوع امولسیفایر در ۵ سطح به مقادیر (صفر، ۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵ و ۱ درصد) و آنزیم α - آمیلاز قارچی در ۴ سطح (صفر، ۵، ۱۰، ۲۰ گرم در ۱۰۰ کیلوگرم آرد) بود. این آزمایش در قالب فاکتوریل با طرح پایه کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام گرفت. جهت مقایسه میانگین ها و بررسی اثرات ساده و متقابل تیمارها از آزمون دانکن استفاده شد.

نتایج و بحث

ویسکوزیته: نتایج حاصل از منحنی های آمیلوگراف نشان داد که امولسیفایر E471 بیشترین تأثیر و لسیتین کمترین اثر را بر ویسکوزیته خمیر داشت (جدول ۱). افزودن این امولسیفایرها در مقایسه با نمونه شاهد به طور معنی داری مقدار ویسکوزیته را افزایش داد ($p < ۰/۰۵$). با افزایش غلظت لسیتین تا سطح ۰/۷۵ درصد، ویسکوزیته روند افزایشی داشت و در غلظت های بالاتر ثابت باقی ماند. حالت ثبات نسبی برای E471 از غلظت ۰/۵ درصد به بعد و برای E472 از غلظت ۱ درصد به بعد مشاهده شد



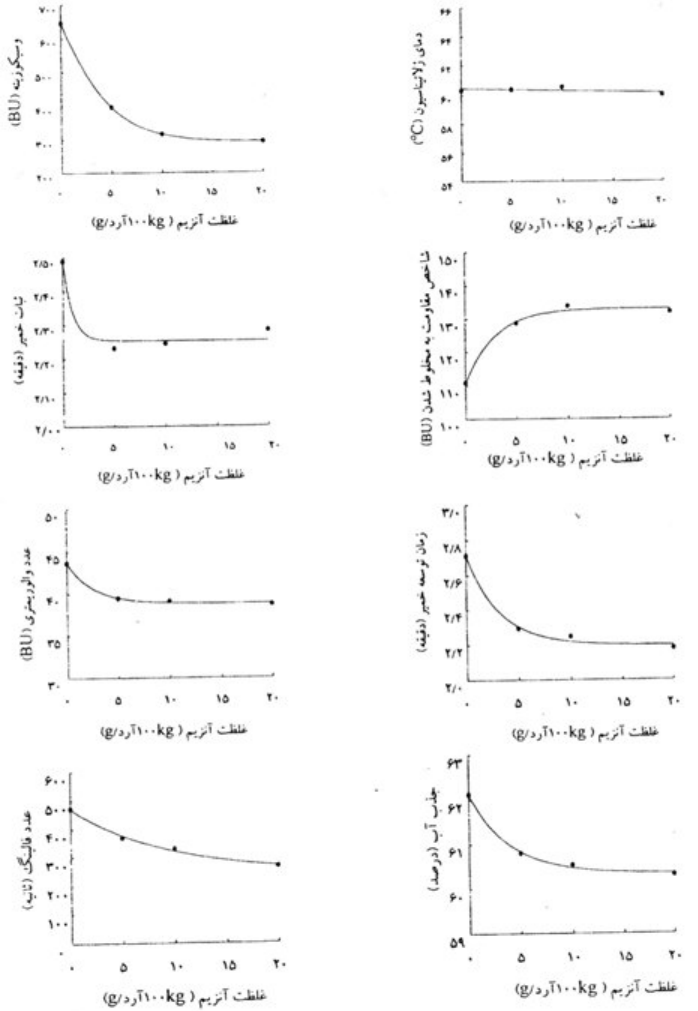
شکل (۱) رابطهٔ بین ویسکوزیتهٔ خمیر با غلظت های مختلف انواع امولسیفایر

(شکل ۱). بدین ترتیب به نظر می رسد قدرت دو امولسیفایر لسیتین و E471 در به ثبات رساندن ویسکوزیته بیشتر از E472 باشد. این موضوع موید این مطلب است که با افزودن مقادیر کمتری از این دو امولسیفایر در مقایسه با امولسیفایر E472، امکان حصول ویسکوزیته مناسب فراهم می شود. بدون تردید چنین حالتی می تواند به ویژگیهای شیمیایی امولسیفایرها بستگی داشته باشد. بولاین و کولار (۵) در آزمایشی اثر امولسیفایر بر خصوصیات ویسکوالاستیک خمیر را مورد بررسی قرار دادند و نتیجه گرفتند که افزودن این ترکیبات باعث افزایش ویسکوزیته خمیر می شود.

با افزایش غلظت آنزیم تا مقادیر ۱۰ گرم در ۱۰۰ کیلوگرم آرد، ویسکوزیته کاهش یافت و در مقادیر بالاتر تأثیری مشاهده نشد (شکل ۲). با افزایش غلظت آنزیم در حضور هر سه نوع امولسیفایر لسیتین، E471 و E472 نیز همین روند مشاهده شد به نحوی که این کاهش برای امولسیفایرهای لستین و E472

جدول(۱) تأثیر انواع مختلف امولسیفایر بر خصوصیات رئولوژیکی خمیر (میانگین های دارای حروف مشترک در سطح ۵٪ تفاوت معنی داری ندارند)

خصوصیات رئولوژیکی / نوع امولسیفایر	ویسکوزیته	دمای ژلاتیناسیون	ثبات خمیر	شاخص مقاومت به مخلوط شدن	عدد والوریمتری	زمان توسعه خمیر	عدد فالینگ	جذب آب	قابلیت کشش پس از ۲۰ دقیقه	قابلیت کشش پس از ۶۰ دقیقه
لسیتین	۳۹۴/۳ b	۶۱/۱۶ ab	۲/۲۷۵ b	۱۲۶/۶ c	۳۹/۹۲ b	۲/۳۲۳ a	۳۵۱/۷ b	۶۰/۶۴ a	۱۶۹/۱ a	۱۶۴/۳ a
E471	۴۴۱/۸ a	۶۲/۸۵ a	۲/۲۵۹ b	۱۳۲/۸ b	۳۸/۷۵ bc	۲/۳۳ a	۳۹۶/۸ a	۶۰/۴۶ a	۱۶۶/۳ a	۱۶۰/۳ a
E472	۴۰۲/۳ b	۶۰/۶۸ ab	۲/۴۰۳ a	۱۱۹/۸ d	۴۲/۰۷ a	۲/۴۲۲ a	۳۴۴/۱ c	۶۰/۶۴ a	۱۷۰/۵ a	۱۶۴/۱ a
شاهد	۳۰۸/۷۵ c	۵۹/۵ b	۲/۲۶۷ b	۱۳۸/۳ a	۳۷/۱۷ c	۲/۴ a	۳۳۵/۵ d	۶۰/۴ a	۱۶۶/۳ a	۱۶۲/۹۲ a

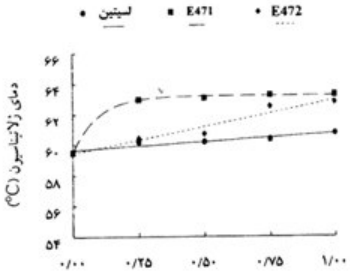


شکل(۲) رابطهٔ بین ویسکوزیته، دمای ژلاتیناسیون، ثبات خمیر، شاخص مقاومت به مخلوط شدن، عدد والوریمتری، زمان توسعه خمیر، عدد فالینگ و درصد جذب آب با سطوح مختلف آنزیم α - آمیلاز.

شدیدتر از E471 بود (داده ها نمایش داده نشده اند). به نظر می رسد اثر آنزیم α - آمیلاز بر کاهش ویسکوزیته ناشی از حمله این آنزیم به اتصالات گلیکوزیدی (۴ ← ۱) α شبکه نشاسته بوده که باعث تولید دکسترینهایی با وزن ملکولی کم می شود (۸،

۱۸ و ۳۱). میازاکی و همکاران (۱۹) اثر دکسترین های مختلف بر خمیر را بررسی و به نتیجه مشابهی دست یافتند.

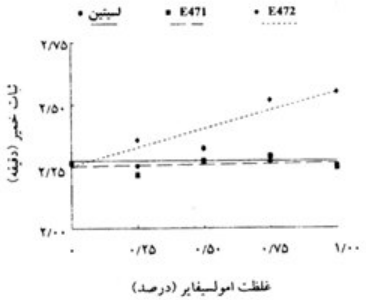
دمای ژلاتیناسیون: افزودن امولسیفایر باعث افزایش دمای ژلاتیناسیون شد ولی در این مورد تفاوت معنی داری بین نوع این امولسیفایرها مشاهده نگردید (جدول ۱). به عبارت دیگر می توان نتیجه گیری کرد که نوع امولسیفایر بر درجه حرارت ژلاتیناسیون اثر چندانی نداشت. با افزایش غلظت دو امولسیفایر لسیتین و E472، دمای ژلاتیناسیون افزایش نشان داد که این روند صعودی برای امولسیفایر E472 چشمگیر بود (شکل ۳). با افزایش غلظت امولسیفایر E471 تا ۰٫۲۵ درصد دمای ژلاتیناسیون افزایش یافت ولی در مقادیر بالاتر تأثیر بیشتری مشاهده نشد. براساس گزارش اوانس (۹) غلظت های بسیار پایین مواد فعال سطحی، اثری بر دمای ژلاتیناسیون نشاسته ندارند.



شکل(۳) رابطهٔ بین دمای ژلاتیناسیون خمیر با غلظت های مختلف انواع امولسیفایر

مقادیر مختلف آنزیم α - آمیلاز به تنهایی اثری برروی دمای ژلاتیناسیون نداشت (شکل ۲). افزودن آنزیم در حضور امولسیفایرهای لسیتین، E471 و E472 باعث افزایش دمای ژلاتیناسیون شد (داده ها نمایش داده نشده اند). این افزایش در حضور امولسیفایر E471 بسیار بارزتر از دو امولسیفایر دیگر بود.

ثبات خمیر: تأثیر امولسیفایر E472 بر ثبات خمیر بیشتر از دو امولسیفایر دیگر بود (جدول ۱)، به طوریکه با افزایش غلظت امولسیفایر لسیتین و E471 ثبات خمیر در مقایسه با نمونه شاهد تغییری نکرد ولی در مورد امولسیفایر E472، افزایش غلظت امولسیفایر باعث افزایش ثبات خمیر گردید (شکل ۴). افزایش ثبات خمیر با افزودن امولسیفایرها در منابع علمی نیز گزارش شده است (۳، ۲۷ و ۲۸). عزیزی و همکاران (۳) مشاهده کردند که مخلوطی از دو امولسیفایر منوگلیسرید با درصدهای مختلف و لسیتین با سطوح متفاوت در مواردی باعث افزایش ثبات و در مواردی باعث کاهش آن شد. کولارو همکاران (۷) پس از افزودن هیدروکلوئیدهای مختلف به آرد، افزایش ثبات خمیر را مشاهده نمودند. باسمن و همکاران (۴) نیز در گزارش خود به اثر افزایشی این مواد بر ثبات خمیر اشاره کردند. به نظر می رسد که در ارتباط با اثر امولسیفایرها بر میزان ثبات خمیر نوعی تناقص در منابع علمی وجود داشته باشد (۳، ۴، ۷، ۲۷ و ۲۸). این موضوع در آزمایش فعلی نیز تا حدودی صادق بود.

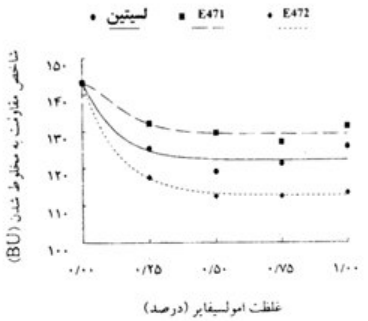


شکل(۴)رابطهٔ بین ثبات خمیر با غلظت های مختلف انواع امولسیفایر

با افزودن α - آمیلاز تا مقادیر کمتر از ۵ گرم در ۱۰۰ کیلوگرم آرد مقدار ثبات خمیر کاهش و پس از آن به ثبات رسید (شکل ۲). روند مشابهی به هنگام افزایش غلظت آنزیم در حضور هر سه نوع امولسیفایر مشاهد شد. این کاهش در مورد امولسیفایرهای لسیتین و E471 شدیدتر از امولسیفایر E472 بود (داده ها نمایش داده نشده اند). میازاکی و همکاران (۱۹) روند کاهشی ثبات خمیر در اثر افزودن دکسترین را گزارش کردند. خلیل و همکاران (۱۵) با افزودن مالت به مخلوط آرد گندم و کاساوا، مشاهده کردند که ثبات خمیر کاهش یافت. به نظر می رسد که میزان کاهش ثبات خمیر در غلظت های کمتر از ۵ گرم در ۱۰۰ کیلوگرم آرد از آنزیم α- آمیلاز، مربوط به اثر این آنزیم روی نشاسته باشد که باعث

شکستن پیوندهای آن شده و دکسترین های با وزن مولکولی کم را تولید می کند (۱۸) و همانطوریکه ذکر شد این موضوع در هنگام استفاده از امولسیفایر E472 مشهودتر بود.

شاخص مقاومت به مخلوط شدن: همانگونه که در جدول ۱ ملاحظه می شود امولسیفایر E471 بیشترین تأثیر را بر شاخص مقاومت به مخلوط شدن خمیر (۱۳۲ واحد برابندر) و E472 کمترین اثر (۱۲۰ واحد برابندر) را داشت. البته تمام این امولسیفایرها نسبت به شاهد، باعث کاهش مقدار شاخص مقاومت به مخلوط شدن خمیر شدند. با افزایش غلظت هر سه امولسیفایر، شاخص مقاومت به مخلوط شدن خمیر کاهش پیدا کرد (شکل ۵). از طرف دیگر با افزایش غلظت امولسیفایرهای E471 و لسیتین به مقادیر بالاتر از ۰/۲۵ درصد و امولسیفایر E472 به مقادیر بالاتر از ۰/۵ درصد تغییری در شاخص مقاومت به مخلوط شدن خمیر نسبت به غلظتهای پایین تر مشاهده نشد. چون کاهش شاخص مقاومت به مخلوط شدن خمیر یکی از ویژگیهای مطلوب خمیر می باشد بنابراین امولسیفایر E472 نسبت به دو نوع امولسیفایر دیگر مطلوبتر است. ریبوتا و همکاران (۲۰) نیز در آزمایش خود به نتایج مشابهی دست یافتند.

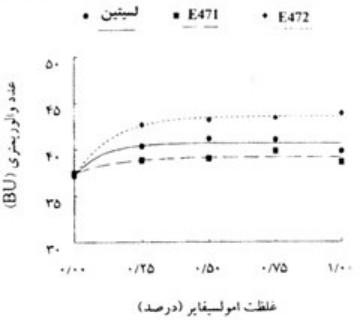


شکل(۵) رابطه شاخص مقاومت به مخلوط شدن خمیر با غلظت های مختلف انواع امولسیفایر

با افزودن آنزیم α - آمیلاز به آرد شاخص مقاومت به مخلوط شدن خمیر ابتدا روند صعودی داشت و سپس در غلظت بین ۵ تا ۱۰ گرم در ۱۰۰ کیلوگرم آرد به حالت ثبات رسید (شکل ۲). این روند افزایشی را می توان در هنگامی که از آنزیم در حضور سه نوع امولسیفایر استفاده می شود نیز مشاهده کرد (داده ها نمایش داده نشده اند). افزایش شاخص مقاومت به مخلوط شدن خمیر در اثر استفاده همزمان از آنزیم و امولسیفایر E471 بیشتر از دو امولسیفایر دیگر بود. بر این اساس می توان نتیجه گیری کرد که افزودن آنزیم به آرد اثر مطلوبی بر شاخص مقاومت به مخلوط شدن خمیر نداشته و به نظر می رسد که آرد مورد مطالعه خود دارای فعالیت آمیلازی مناسب بوده است. در برخی منابع به عدم تأثیر افزودن آنزیم ها بر ویژگیهای مختلف خمیر اشاره شده است (۱۸ و ۲۲). خلیل و همکاران (۱۵) نیز در آزمایش خود اثر آنزیم α - آمیلاز بر افزایش شاخص مقاومت به مخلوط شدن خمیر را مشاهده نمودند.

عدد والوریمتری: اثر امولسیفایر E472 از نظر آماری بر عدد والوریمتری خمیر بیشتر از دو امولسیفایر دیگر بود. با این وجود دامنه این اثر چندان زیاد نبود. به عبارت دیگر با وجودی که بین لسیتین و E471 با E472 اختلاف آماری وجود داشت ولی این اختلاف تنها ۲ واحد بود. E471 و لسیتین از این نظر اختلاف معنی داری نشان ندادند. بطور کلی افزودن امولسیفایرهای لسیتین و E472 نسبت به نمونه شاهد باعث افزایش عدد والوریمتری شد (جدول ۱). افزایش غلظت هر سه نوع امولسیفایر در ابتدا باعث افزایش نسبی عدد والوریمتری و سپس ثبات سریع آن شد. با افزایش غلظت امولسیفایر E471 عدد والوریمتری تغییری نکرد ولی با افزودن لسیتین تا غلظت ۰/۲۵ درصد عدد والوریمتری تا حدودی افزایش داشت و سپس ثابت ماند. این روند برای امولسیفایر E472 بیشتر مشهود بود به عبارت دیگر با افزودن امولسیفایر تا سطح ۰/۲۵ درصد عدد والوریمتری به مقدار قابل توجهی افزایش و سپس ثابت باقی ماند (شکل ۶). عزیزی و همکاران (۳) با مطالعه اثر امولسیفایر بر عدد والوریمتری خمیر مشاهده کردند که افزودن لسیتین و منو دی گلیسرید در سطوح مختلف از روند خاصی تبعیت نکرد ولی به هر حال با اضافه کردن ترکیب مختلفی از این دو امولسیفایر عدد والوریمتری در مواردی افزایش و در مواردی کاهش یافت.

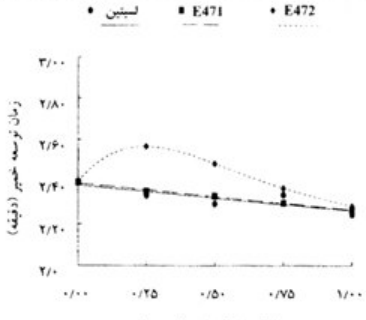
روند کاهشی عدد والوریمتری در حضور مقادیر مختلف آنزیم بدین صورت بود که با افزایش غلظت آنزیم تا ۵ گرم در ۱۰۰ کیلوگرم آرد، این عدد کاهش یافت و سپس به ثبات رسید (شکل ۲). با افزایش غلظت آنزیم α- آمیلاز در حضور سه امولسیفایر



شکل(۶) رابطهٔ بین عدد والوریمتری با غلظت های مختلف انواع امولسیفایر

مذکور نیز کاهش عدد والوریمتری روند مشابهی داشت (داده ها نمایش داده نشده اند). روند کاهش در هنگام استفاده از امولسیفایر E471 و آنزیم بارزتر از سایر امولسیفایرها بود. اثر متقابل آنزیم و امولسیفایرها بر ویژگیهای رئولوژیکی خمیر در منابع علمی کمتر مورد بررسی قرار گرفته و بیشتر به اثرات مجزای این دو پرداخته شده است.

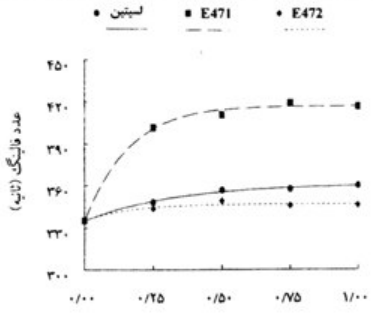
زمان توسعه خمیر: اثر امولسیفایر E472 بر زمان توسعه خمیر بیشتر از دو امولسیفایر دیگر بود (جدول ۱)، اما دامنه این اثر چندان زیاد نبود و از لحاظ آماری تفاوتی با دو امولسیفایر دیگر و نمونه شاهد نداشت. با افزایش غلظت دو امولسیفایر لسیتین و E471 نوعی روند نزولی در مدت زمان توسعه خمیر مشاهده شد (شکل ۷). استامپ فلی و همکاران (۲۷) نیز در آزمایشات خود با ۴ نوع امولسیفایر منوگلیسرید، دی گلیسرید، استر دی استیل تارتاریک اسید منوگلیسرید و لسیتین به نتایج مشابهی دست یافتند. نامبردگان مشاهده کردند که حضور امولسیفایر اثری بر زمان توسعه خمیر نداشت. در حالیکه کولار و همکاران (۷) اثر افزودن هیدروکلوئیدها را بر زمان توسعه خمیر مورد بررسی قرار دادند و نتیجه گیری کردند که با افزایش این مواد، زمان توسعه خمیر افزایش می یابد. عزیزی و همکاران (۳) نیز در آزمایشات خود به نتیجه مشابهی دست یافتند و مشاهده کردند که افزودن مخلوطی از دو امولسیفایر منوگلیسرید با درصدهای مختلف و لسیتین با سطوح مختلف در مواردی باعث افزایش و گاهی باعث کاهش زمان توسعه خمیر شد ولی این اختلاف چندان زیاد نبود.



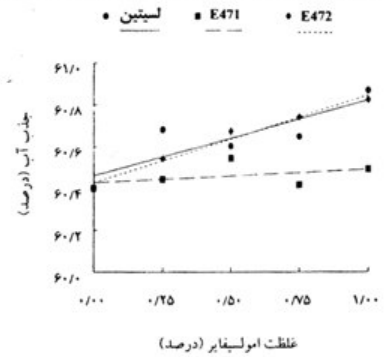
شکل(۷) رابطهٔ بین زمان توسعهٔ خمیر با غلظت های مختلف انواع امولسیفایر

با افزودن مقادیر مختلف آنزیم α- آمیلاز به آرد، زمان توسعه خمیر تا غلظت ۵ گرم آنزیم در ۱۰۰ کیلوگرم آرد، کاهش و پس از آن ثابت باقی ماند (شکل ۲) که این امر احتمالا به دلیل تولید دکسترین های با وزن مولکولی کم در اثر افزودن آنزیم است (۱۸). میازاکی و همکاران (۱۹) نیز نتیجه مشابهی را در اثر افزودن مقادیر مختلف دکسترین مشاهده نمودند. با افزایش غلظت آنزیم در حضور هر سه نوع امولسیفایر نیز مدت زمان توسعه خمیر کاهش یافت (داده ها نمایش داده نشده اند).

عدد فالینگ: اثر امولسیفایر E471 برروی عدد فالینگ بیشتر از دو امولسیفایر دیگر بود (۳۹۷ ثانیه) و امولسیفایرهای لسیتین و E472 در رده های بعدی قرار داشتند (جدول ۱). افزودن این امولسیفایرها بطور معنی داری عدد فالینگ را نسبت به نمونه شاهد افزایش داد. کمترین مقدار عدد فالینگ با افزودن امولسیفایر E472 (۳۴۴ ثانیه) بود. با افزایش غلظت هر سه نوع امولسیفایر، مقدار عدد فالینگ افزایش و منحنی آن روند صعودی داشت (شکل ۸). همانطور که ذکر شد، امولسیفایر E471 بیشترین اثر را بر روی عدد فالینگ داشت بطوریکه با افزایش غلظت تا ۰/۲۵ درصد روند افزایشی چشمگیری مشاهده شد و پس از آن به ثبات رسید. این روند افزایشی در دو امولسیفایر دیگر نیز مشاهده شد ولی تفاوت آنها با مقدار اولیه قابل ملاحظه نبود و در مورد E472، افزایش غلظت امولسیفایر تأثیر چندانی برروی عدد فالینگ نداشت (شکل ۸).



شکل(۸) رابطهٔ بین عدد فالینگ آرد با غلظت های مختلف انواع امولسیفایر



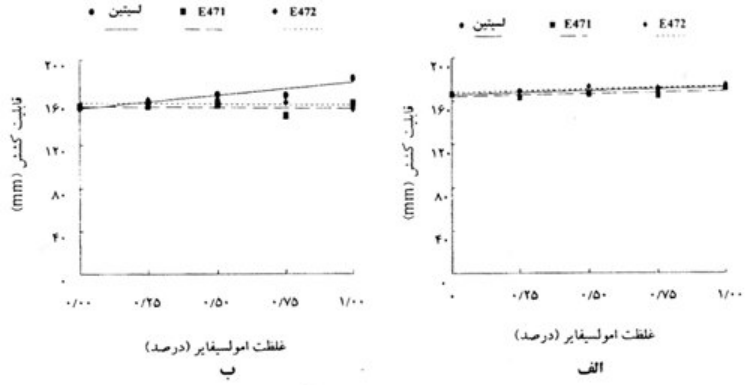
شکل(۹) رابطهٔ بین درصد جذب آب آرد با غلظت های مختلف انواع امولسیفایر

با افزودن آنزیم به آرد نوعی روند نزولی در عدد فالینگ مشاهده شد و با افزایش غلظت آنزیم α - آمیلاز عدد فالینگ کاهش یافت (شکل ۲). حجتی و همکاران (۱) نیز در آزمون خود به نتیجه مشابهی رسیدند. نامبردگان با افزودن آنزیم α - آمیلاز به آرد، عدد فالینگ آن را برای حصول به کیفیت مناسب اصلاح نمودند. خلیل و همکاران (۱۵) در آزمایشی اثر افزودن مالت بر مخلوطی از آرد گندم و کاساوا را بررسی و مشاهده نمودند که افزودن غلظت های مختلف مالت باعث کاهش در عدد فالینگ شد. هاریندر و همکاران (۱۲)، و جکوبسیک و همکاران (۱۳) در آزمایشات خود به نتایج مشابه دست یافتند. افزایش میزان آنزیم در حضور هر سه امولسیفایر نیز باعث کاهش در عدد فالینگ شد. این روند نزولی در دو امولسیفایر لسیتین و E472 مشابه بود. این امر نشان دهنده اثر متعادل کنندگی امولسیفایرها در هنگام استفاده از آنزیم بر عدد فالینگ است (داده ها نمایش داده نشده اند). روند نزولی بدلیل اثر آنزیم α - آمیلاز روی نشاسته و تولید دکسترین های با وزن مولکولی پایین است (۲۳).

جذب آب: افزایش غلظت امولسیفایرهای لسیتین و E472 باعث افزایش درصد جذب آب گردید، در حالیکه در هنگام افزودن E471 هیچگونه افزایشی در میزان جذب آب مشاهده نشد (شکل ۹). عزیزی و همکاران (۳)، استامپ فیلی و همکاران (۲۷)، ریبوتا و همکاران (۲۰) و باسمن و همکاران (۴) در آزمایشات خود مشاهده کردند که با افزودن مواد فعال سطحی، درصد جذب آب افزایش یافت. در حالیکه واتسون و واکر (۲۸) گزارش دادند که افزودن امولسیفایر اثری بر جذب آب نداشت.

استفاده از آنزیم α - آمیلاز به تنهایی تا غلظت ۵ گرم در ۱۰۰ کیلوگرم آرد باعث کاهش درصد جذب آب شد و در غلظت های بالاتر به ثبات رسید و تأثیری بر میزان جذب آب نداشت (شکل ۲). در هنگام افزودن آنزیم α- آمیلاز در سطوح مختلف بهمراه امولسیفایرهای لسیتین، E471 و E472 درصد جذب آب روندی کاهشی داشت (داده ها نمایش داده نشده اند). میازاکی و همکاران (۱۹) نیز اثر افزودن مقادیر مختلف دکسترین را برروی جذب آب بررسی و اثر کاهشی آنرا گزارش دادند و این امر را به حضور ترکیباتی به غیر از گلوتن مثل نشاسته آسیب دیده و پنتوزان مربوط دانستند. خلیل و همکاران (۱۵) اثر افزودن مالت روی مخلوطی از آرد گندم و کاساوا را مورد بررسی قرار دادند و مشاهده نمودند که با افزودن مقادیر مختلف مالت به مخلوطی با درصدهای مختلف آرد - کاساوا مقدار جذب آب کاهش نشان داد.

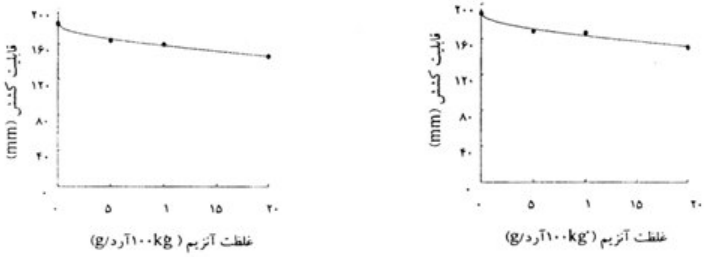
قابلیت کشش: استفاده از امولسیفایر در مقایسه با نمونه شاهد میزان کشش پذیری خمیر را در زمان ۲۰ دقیقه بعد از استراحت خمیر افزایش داد ولی بین این سه نوع امولسیفایر تفاوت معنی داری مشاهده نشد (جدول ۱). با افزایش غلظت امولسیفایر E471 قابلیت کشش خمیر پس از ۲۰ دقیقه استراحت هیچگونه تغییری



شکل(۱۰) رابطهٔ بین قابلیت کشش خمیر با غلظت های مختلف انواع امولسیفایر پس از ۲۰ (الف) و ۶۵(ب) دقیقه.

نکرد ولی در هنگام استفاده از لسیتین، قابلیت کشش اندکی افزایش یافت (شکل ۱۰). با گذشت ۶۵ دقیقه از استراحت خمیر نیز روندی مشابه موارد فوق مشاهده شد. بدین صورت که نوع امولسیفایر هیچگونه اثری بر قابلیت کشش خمیر نداشت (جدول ۱). افزایش غلظت امولسیفایر E471 و لسیتین اثری بر قابلیت کشش خمیر نداشت ولی این افزایش در هنگام استفاده از E472 اندکی چشمگیر بود (شکل ۱۰). نتایج بدست آمده در مورد اثر افزودن امولسیفایر ها بر قابلیت کشش خمیر در منابع مختلف متفاوت است. عزیزی و همکاران (۳) اثر افزودن امولسیفایرها بر قابلیت کشش خمیر را مورد بررسی قرار دادند و گزارش کردند که با افزودن امولسیفایر قابلیت کشش خمیر کاهش یافت. استامپ فلی و همکاران (۲۷) در آزمایشی عنوان داشتند که افزودن منو و دی گلیسیرید ها اثری بر این فاکتور نداشت و تنها امولسیفایر DATEM باعث افزایش قابلیت کشش خمیر شد. کولار و همکاران (۷) و بولاین و کولار (۵) نیز گزارش دادند که امولسیفایر ها باعث افزایش قابلیت کشش خمیر می شوند.

با افزودن آنزیم α-آمیلاز و افزایش غلظت آن، قابلیت کشش خمیر پس از ۲۰ دقیقه استراحت کاهش یافت (شکل ۱۱).



شکل(۱۱) رابطهٔ بین کشش خمیر با سطوح مختلف آنزیم α - آمیلاز پس از ۲۰(الف) و ۶۵(ب) دقیقه.

میازاکی و همکاران (۱۹) اثر افزودن دکسترین های مختلف را بر خصوصیات ویسکو الاستیکی خمیر مورد بررسی قرار دادند. نامبردگان مشاهده کردندکه افزودن دکسترین باعث کاهش این خصوصیات شد. با افزایش غلظت آنزیم، کشش خمیر پس از ۶۵ دقیقه استراحت کاهش یافت (شکل ۱۱) و این کاهش را به هنگام استفاده توام از آنزیم و امولسیفایر ها نیز مشاهده شد (داده ها نمایش داده نشده اند).

جمع بندی: در این پژوهش، اثر افزودن سه نوع امولسیفایرلسیتین، E471 و E472 و همچنین آنزیم α - آمیلاز قارچی روی خصوصیات رئولوژیکی خمیر مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که افزودن هر سه نوع امولسیفایر مذکور باعث بهبود خصوصیات رئولوژیکی خمیر شد. با افزایش غلظت لسیتین تا سطح ۰/۷۵ درصد، E471 تا غلظت ۰/۵ درصد و E472 تا غلظت ۱ درصد ویسکوزیته روند افزایشی داشت. با افزایش غلظت امولسیفایر E471 تا ۰/۲۵ درصد دمای ژلاتیناسیون افزایش یافت. افزایش غلظت امولسیفایرهای E471 و لسیتین به مقادیر بالاتر از ۰/۲۵ درصد و امولسیفایر E472 به مقادیر بالاتر از ۰/۵ درصد تغییری در شاخص مقاومت به مخلوط شدن خمیر نسبت به غلظتهای پایین تر نداشت. با افزودن لسیتین تا غلظت ۰/۲۵ درصد عدد والوریمتری تا حدودی افزایش داشت و سپس ثابت ماند. این روند برای امولسیفایر E472 مشهودتر بود به عبارت دیگر با افزودن امولسیفایر تا سطح ۰/۲۵ درصد عدد والوریمتری به مقدار قابل توجهی افزایش داشت. با افزایش غلظت E471 تا ۰/۲۵ درصد روند افزایشی چشمگیری در عدد فالینگ مشاهده شد. با افزایش غلظت های سه نوع امولسیفایر تا ۱ درصد، میزان جذب آب افزایش نشان داد. با افزودن آنزیم α - آمیلاز قارچی، به دلیل مناسب بودن میزان اولیه آنزیم موجود در آرد به کار رفته در این آزمایش، این ویژگی ها در جهت مطلوب تغییری نداشت.

سپاسگزاری

بدین وسیله مراتب قدردانی و تشکر خود را از زحمات سرکار خانم آجری که در مراحل آزمایشگاهی ما را یاری نمودند اعلام می نمائیم.

منابع

۱. حجتی، م.، عزیزی، م. ح. و احمدی ندوشن، م. ۱۳۸۱. تأثیر فعالیت آلفا آمیلاز در کیفیت نان باگت. مجله کشاورزی و عمران روستایی، جلد ۴، شماره ۱، ۳۶-۲۹.

2. AACC. 2000. Approved methods of the American Association of Cereal Chemists (10th ed.). Vol. II. St. Paul, MN: The Association of Cereal Chemists.
3. Azizi, M. H., N. Rajabzadeh, and E. Riahi, 2003. Effect of mono-diglyceride and lecithin on dough rheological characteristics and quality of flat bread. Lebensm. Wiss. U-Technol. 36:189-143.
4. Basman, A., H. Koksel, and K. Perry, 2002. Effect of increasing levels of transglutaminase on the rheological properties and bread quality characteristics of to wheat flours. European Food Research and Technology. 215: 419-424.
5. Bollain, C. and C. Collar, 2003. Dough viscoelastic response of hydrocolloid/enzyme/surfactant blends assessed by uni- and bi-axial extension measurements. Food Hydrocolloids. 18: 499-507.
6. Collar, C. and E. Armero, 1996. Physico-chemical mechanisms of bread staling during storage: Formulated doughs as a technological issue for improvement of bread functionality and keeping

quality. Recent Research Development in Nutrition. 1: 115-143.

7. Collar, C., P. Andreu, J. C. Martinez, and E. Armero. 1999. Optimization of hydrocolloid addition to improve wheat bread dough functionality: a response surface methodology study. Food Hydrocolloids.13: 467-475.
8. Duran, E., A. Leon, B. Barber, and C. Beriedito De Barber. 2001. Effect of low molecular weight dextrins on gelatinization and retrogradation of starch. European. Food Research and Technology. 212: 203-207.
9. Evans, I. 1986. An investigation of starch/ surfactant interactions using viscometry and differential scanning calorimetry. Starch, 38: 227-235.
10. Finney, K. F., M. D. Shogren, Y. Pomeranz, and L. C. Bolte. 1972. Cereal malts in breadmaking. Baker's Digest. 46:36-41.
11. Gerrard, J. A., D. Every, K. H. Sutton, and M. J. Gilpin. 1997. The role of matodextrins in the staling of bread. Journal of Cereal Science, 26: 201-209.
12. Harinder, K., K. Maninder, and G. S. Bains, 1983 Effect of cereal, fungal and bread making properties of medium-protein wheat. Nahrung. 27:609-618.
13. Jakubczyk, K., H. Roginsli, and E. Nowogroska. 1972. Experiments on amylolytic assessment of optimal addition of α-amylase preparation to bread flours. Przymysl Spozywezy. 26: 349-355.
14. Kamel, B.S. and C. E. Stauffer. 1993. Advances in Baking Technology. Blackie Academic and Professional, New York pp. 408.
15. Khalil, A. H., H. Mansour, and M. Dawoud. 1999. Influence of malt on rheological and baking properties of wheat-cassava composite flour. Lebesm-Wiss. U. – Technol., 33: 159-164.
16. Kohler, P. and W. Grosch. 1999. Study of the effect of DATEM. 1: Influence of fatty acid chain length on rheology and baking. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 47: 1863-1869.
17. Martin, M. L., K. J. Zeleznak, and R. C. Hoseney, 1991. A mechanism of bread firming. I. Role of starch swelling. Cereal Chemistry. 68: 498.
18. Martine, M. L. and R. C. Hoseney, 1991. A mechanism of bread firming. II. Role of starch hydrolizing enzymes. Cereal Chemistry. 68:503-507.
19. Miyazaki, M., T. Maeda, and N. Morita, 2004. Effect of various dextrin substitution for wheat flour on dough properties and bread qualities. Food Research International. 37: 59-65.
20. Ribotta, P. D., G. T. Perez, A. E. Leon, and M.C. Anon, 2004. Effect of emulsifier and guar gum on micro structural, rheological and baking performance of frozen bread dough. Food Hydrocolloids. 18: 305-313.
21. Rosell, C. M. M. Haros, C. Escriva, and C. Benedito de Barber, 2001. Experimental approach to optimize the use of alpha amylase in breadmaking. Journal of Agricultural and Food Chmistry. 49:2973-2977.

22. Sahlstrom, S. and, E. Brathen, 1997. Effects of enzyme preparations for baking, and resting time on bread quality and bread staling. Food Chemistry. 58:75-80.
23. Schultz, A. S., F. D. Schoonover, R. A. Fisher, and S. S. Jacker, 1952. Retardation of crumb starch staling in commercial bread by bacterial -amylase. Cereal Chemistry. 29:200.
24. Seibel, W., H. Bolling, and H. Stephan, 1968. The influence of malt flour on the result of rapid mix test. Brot und gebaeck. 22: 141-146.
25. Silva, R. (1993). Lecithin and phospholipids in baked goods. Advanced in baking technology, eds B.S. Kamel & C. E. Staffer. Blackie Academic & Professional, Bishopbriggs, Glasgow, UK. 223-253.
26. Stampfli, L. and B. Nersten, 1994. Emulsifiers in bread making. Food Chemistry. 52: 353-360.
27. Stampfli, L., B. Nersten, and E. L. Molteberg, 1996. Effects of emulsifiers on farinograph and extensograph measurements. Food Chemistry. 57: 523-530.
28. Watson, K. S. and C. E. Walker, 1986. The effect of sources of Esters on flour-water dough mixing characteristics. Cereal Chemistry. 63: 62-64.
29. Weipert, D. 1990. The benefits of basic rheometry in studying dough rheology. Cereal Chemistry. 67: 311-317.
30. Yasunaga, T., W. Bushuk, and G. N. Irvine, 1968. Gelatiaization of starch during baking. Cereal Chemistry. 45:269- 279.
31. Zobel, H. F. and F. R. Senti, 1959. The bread staling problem. X-ray diffraction studies on breads containing a cross-linked and a heat stable anylase. Cereal Chemistry. 36: 441-451.

Effects of emulsifier type and concentration, and fungal α – amylase on dough properties
1. Analysis of rheological characteristics

A.Kocheki – A. Mortazavi – M. Nassirimahalati – M.Karimi[1]

Abstract

In order to determine the effects of emulsifiers (Lecithin (E322), E471 (Distilled monoglyceride) and E472 (DATEM)) and their levels (0, 0.25, 0.5, 0.75 and 1%) and also addition of fungal α - amylase (0, 5, 10 and 20 g/100 kg flour) on dough rheological characteristics a completely randomized experiment with factorial arrangement and 3 replications was conducted. Rheological criteria including viscosity, gelatination temperature, dough development time, dough stability, mixing tolerance index, valorimeteric value, falling number, water absorption and dough extensibility at 20 and 65 minutes were measured and statistical analysis was made. Results showed that addition of emulsifiers improved dough rheological characteristics. Dough viscosity was increased by addition of emulsifiers. By increasing the level of emulsifiers, viscosity showed an increasing trend and finally reached an stable state. Increasing the level of emulsifier caused gelatination temperature to increase. The effect of emulsifiers level on improvement of dough stability was only significant with E472. Addition of E471 and E472 showed the highest and lowest effect on mixing tolerance index, respectively. Effect of E472 on valorimeteric value and dough development time was more pronounced than others. However, the extent of this effect was not much. Effect of E471 on falling number was more than others. However, all 3 emulsifiers increased the falling number. Only application of Lecithin and E472 increased water absorption. Emulsifiers increased dough extensibility after 20 and 65 minutes compared to the control. Addition of α -amylase, increased mixing tolerance index and gelatination temperature. By increasing α -amylase level up to 5g /100 kg, valorimeteric value, dough stability, dough development time and water absorption were decreased. Addition of this enzyme beyond 10g /100 kg in the presence of emulsifiers caused water absorption to reach a stable state. With increasing the level of α -amylase to 10 g /100 kg, viscosity showed a decreasing trend. Increasing the level of this enzyme, reduced dough extensibility and the falling number.

Key Words: Rheology, Emulsifiers, α -amylase, Dough .

1- Contribution from College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad.