نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد ۸، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۱، ص. ۳۹۲-۳۸۷

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 8, No. 4, Winter 2013, p. 387-392

بهینه سازی شرایط تولید آرد ماسا

آزاده سعادتمندی [۱*]- محمد الهی[۲]- رضا فرهوش[۳]- مهدی کریمی[۴]

تاریخ دریافت:۸۹/۱۰/۱
تاریخ پذیرش:۹۱/۲/۵

چکیده

تورتیلای ذرت، نان مسطح تهیه شده از خمیر آرد ذرت (ماسا) است که این آرد با فرایند پخت قلیایی تهیه می شود. در فرایند پخت قلیایی، ذرت را در محلول آهکی حرارت داده سپس دانه های ذرت پخته شده در همان محلول نگه داشته می شوند(خیساندن). مرحله بعد شستن و آسیاب کردن دانه ها است تا آرد ماسای مرطوب حاصل شود که با خشک کردن در آون ، آرد ماسای خشک به دست می آید. دمای پخت، زمان پخت، غلظت آهک و زمان خیساندن تاثیر معنی داری بر کیفیت آرد ماسا و محصول نهایی دارند.در این تحقیق تاثیر متقابل این چهار فاکتور به منظور تعیین بهترین شرایط تولید آرد ماسا مورد بررسی قرار گرفت. اثر دمای پخت (۹۵ °C ، ۸۵ ،۷۵)، زمان پخت (۶۰، ۳۰، ۰ دقیقه) ، غلظت آهک (۱٪ ، ۰/۵ ، ۰) و زمان خیساندن (۱۸، ۱۴، ۱۰ ساعت) با اندازه گیری pH ، پروتئین ، خاکستر ، رنگ و ظرفیت جذب آب با طرح مرکب مرکزی بررسی شد. آنالیز آماری بهترین تیمار در تولید آرد ماسا را فرایندی با دمای پخت C ° ۸۵ ، زمان پخت ۳۰ دقیقه ، غلظت آهک ٪ ۰/۵ و زمان خیساندن ۱۴ ساعت نشان داد.

واژه های کلیدی: ذرت، آرد ماسا، تورتیلا، پخت قلیایی

مقدمه

نام تورتیلا از کلمه تورتا [5] به معنی کیک گرفته شده و در مکزیک به نان تهیه شده از آرد ذرت و گندم اطلاق می شود. بعد از چیپس سیب زمینی، چیپس تورتیلا بیشترین میزان تولید را دارد و به شکل گرد یا سه گوش تولید می گردد (Lusas *et al*. 2001).

تورتیلای ذرت نان مسطح حاصل از خمیر تهیه شده از آرد فرایند یافته ذرت (آرد ماسا[6]) است که با فرایند پخت قلیایی [7] تولید می شود. این فرایند شامل پخت ذرت در محلول آهکی جوشان ، خیساندن ، شست و شو به منظور حذف پری کارپ و سپس آسیاب کردن است که در نهایت آرد ماسا به دست می آید. در واقع خمیر تهیه شده از آرد ماسا یکی از خمیر های غذایی است که بدون داشتن گلوتن خاصیت پیوستگی [8] دارد اما مانند خمیر گندم خاصیت الاستیسیته ندارد.

دو مشکل اساسی که ممکن است در ارتباط با ماسا ایجاد شود عبارتند از: الف) چسبندگی بسیارزیاد خمیر ماسا که به دلیل پخت بیش از حد به وجود می آید. ب) عدم پیوستگی خمیر که در اثر ناقص بودن شرایط پخت ایجاد می شود (Limanond *et al*. 1999)

فرایند پخت قلیایی، مرحله ای اساسی در فرایند آماده سازی آرد ماسا است. هرگونه تغییر در این فرایند و ترکیبات مواد اولیه مانند ویژگی های کیفی ذرت، برهم کنش بین دما و زمان ، غلظت آهک و توزیع آن ، میزان ذرت پخته شده و هم زدن بر فرایند پخت اثر دارند (McDonough *et al*. 1987). حتی ویژگی های فیزیکی دانه ذرت ، فاکتورهای مهمی هستند که فرایند پخت قلیایی را تحت تاثیر قرار داده و تاثیر زیادی بر ویژگی های آرد ماسا دارند (Palacios-Fonseca *et al*.2009).

Sahai و همکاران (۲۰۰۱) پنج هیبرید ذرت سفید را با ۱۰ فرایند متفاوت در پخت قلیایی بررسی کردند. آن ها دانه های ذرت را بر اساس آنالیز شیمیایی ،درصد شناور شدن و شکستگی ، وزن هزار دانه و تست وزن طبقه بندی و پس از فرایند پخت قلیایی میزان کاهش

۱،۲و۳- کارشناس ارشد، استادیار و دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: a.saadatmandi@yahoo.com
۴- استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی

5- Torta
6- masa flour
7- Nixtamalization
8- Cohesiveness

ماده خشک، رطوبت دانه ها ، بافت ماسا، رنگ چیپس را اندازه گیری و عنوان نمودند این ویژگی ها تحت تاثیر پارامتر های فرایند (دما و زمان پخت و زمان خیساندن)و نیز خصوصیات دانه ذرت قرار می گیرند .

در پخت قلیایی، آهک اتصالات بین همی سلولزها را از بین می‌برد و باعث سهولت حذف پری کارپ می شود. حذف ناقص پری کارپ باعث تیره شدن رنگ چیپس شده و ممکن است بر آسیاب کردن تاثیر منفی داشته باشد (Lusas *et al*. 2001).

در طول پخت در اثر ژلاتینه شدن و جهت یابی مجدد نشاسته، شکل های مولکولی و گرانولی متعددی از نشاسته ایجاد می شود .نیمی از گرانول های نشاسته خاصیت انکسار مضاعف خود را از دست می دهند که بیانگر میزان بالای ژلاتینه شدن است. تعدادی از گرانول ها، متورم شده و در ساختمان دیواره سلولی اندوسپرم باقی می مانند و بقیه آن ها کاملا از هم گسیخته می شوند (Gomez *et al*.1989)

فرایند دما– قلیا قسمتی از لیپید را صابونی می کند، نیاسین را از شبکه نیاسینی آزاد کرده و بخشی از پروتئین را که توسط گرانول های نشاسته احاطه شده محلول می کند به همین دلیل در دسترس بودن پروتئین را افزایش می دهد، علاوه بر این به دلیل pH بالا، زنجیره های گلوکان از آمیلوز و آمیلوپکتین باردار شده که به جهت یابی مجدد آهسته کمک کرده و تازگی تورتیلا را بهبود می دهد (Ortega *et al*.1986). افزودن قلیا فعالیت میکروبی را کنترل کرده و بر بافت ، طعم ، آروما ، رنگ ، زمان ماندگاری و ارزش غذایی اسنک تورتیلا تاثیر دارد.اما اگر از غلظت های بالای آهک استفاده شود از دست رفتن ماده خشک کل ذرت افزایش می یابد که باعث کاهش بازده و افزایش هزینه فرایند فاضلاب می شود (Lusas *et al*. 2001).

پس از اتمام پخت ، مرحله خیساندن آغاز می شود. دانه های پخت شده خیسانده می شوند تا آهک و رطوبت توزیع شده و زمان کافی برای تغییرات ساختمانی وجود داشته باشد.در زمان خیساندن آمیلوز و آمیلوپکتین تا حدودی آب جذب می کنند که باعث بازیابی خاصیت کریستاله شدن نشاسته می گردد(Gomez *et al*. 1989).

بررسی تاثیر عوامل دمای پخت ، زمان پخت ، زمان خیساندن و دمای اولیه خیساندن نشان داده است زمان خیساندن بیشترین تاثیر را بر ویسکوزیته پیک و ویسکوزیته نهایی آرد ماسا دارد. آرد ماسا از ۸۵–۵۷ درصد گرانول های سالم و ژلاتینه نشده تشکیل شده است و تغییراتی که در اثر دمای بالا بر نشاسته در مرحله خیساندن اتفاق می افتد برعملکرد آرد ماسا تاثیر زیادی دارند (Sahai *et al*.1999). پس از خیساندن دانه ها شسته می شوند تا آهک اضافی و پری کارپ حذف شود که باعث کاهش pH می گردد. مرحله بعدی آسیاب کردن است که سبب می شود گرانول های نشاسته در معرض گرمای اضافی ناشی از اصطکاک قرار گرفته و ژلاتینه شدن نشاسته افزایش یابد. تجزیه و یا سست شدن دیواره سلولی در مراحل پخت قلیایی و خیساندن، آسیاب کردن را آسان تر نموده و منجر به توزیع اندازه ذرات در آرد ماسا می شود.همچنین به دلیل اعمال برش مکانیکی و فعالیت برشی حاصل از سنگ های آسیاب ، دانه ها از نظر فیزیکی شکسته و ریزمی شوند که آرد ماسای مرطوب را تولید می کنند (Lusas *et al*. 2001). انتخاب اندازه ذره آرد بسیار مهم است ، اگر ذرات آرد متوسط یا درشت باشد (آرد زبر) خمیر ماسا چسبندگی کافی را ندارد و محصولی سخت و خشک تولید می شود . اگر ذرات آرد بسیار ریز باشد باعث افزایش اندیس جذب آب می شود ، زیرا در ذرات ریزتر آسیب دیدگی گرانول های نشاسته بیشتر است در نتیجه باعث افزایش جذب آرد ماسا و در نهایت چسبندگی خمیر می شود(Ramirez-Wong *et al*.1994). آنچه در این مرحله به دست می آید آرد ماسای مرطوب است که پس از خشک کردن تبدیل به آرد ماسای خشک می شود که محصول نهایی این فرایند است.

Ramirez-Wong و همکاران (۱۹۹۴) تاثیر زمان پخت ، آسیاب کردن و میزان رطوبت را بر بافت ماسای تازه بررسی و عنوان کردند دمای پخت و رطوبت ماسا بر میزان اندیس جذب آب ، نشاسته حساس به آنزیم و آمیلوز کل اثر داشته در حالی که آسیاب کردن میزان اندیس جذب آب ، آمیلوز کل و اندیس اندازه ذره را تحت تاثیر قرار می دهد. به طور کلی ویژگی های بافتی ماسا به ظرفیت نگهداری آب بستگی دارد که تحت تاثیر فرایندهای پخت و آسیاب قرار می گیرد.

Sahai و همکاران (۲۰۰۱) اثر اندازه ذره را بر ویژگی های آرد ماسا بررسی و عنوان کردند چون در ذرات آرد با اندازه متفاوت ، ترکیبات تشکیل دهنده ذرات نیز متفاوت است بنابراین ویژگی های بافتی و ویسکوزیته خمیر حاصل از آن نیز تغییر می کند که بر کاربرد آرد تاثیر می گذارد.بنابراین با توجه به نوع کاربرد آرد ماسا،اندازه ذره آن نیز باید متفاوت باشد.

از انجا که شرایط پخت قلیایی در مورد انواع مختلف ذرت ، متفاوت است هدف این تحقیق بررسی بهترین شرایط پخت قلیایی ذرت کشت داده شده در ایران در تولید آرد ماسا با کیفیت مطلوب است. به همین منظور از سه دمای پخت (۷۵،۸۵،۹۵ °C)، سه زمان پخت (۶۰، ۳۰، ۰ دقیقه) ، سه سطح غلظت آهک (٪ ۱ ، ۰/۵ ، ۰) و سه زمان خیساندن (۱۸، ۱۴، ۱۰ ساعت)استفاده شد تا تاثیر متقابل این فاکتورها بر کیفیت آرد ماسا بررسی و در نهایت بهترین شرایط در تولید آرد ماسا تعیین شود.

مواد و روش ها

مواد

– ذرت: ذرت مورد استفاده در این تحقیق از نوع ذرت دندانه اسبی بود که از مرکز تحقیقات کشاورزی ومنابع طبیعی خراسان

رضوی تهیه گردید، مشخصات این ذرت به شرح ذیل می باشد:

جدول ۱- ویژگی های ذرت مورد استفاده

ترکیب	مقدار
رطوبت	٪۱۲
پروتئین	٪۷/۹۳
خاکستر	٪۱/۲۵
دانسیته	۱/۳ گرم بر سانتی متر مکعب

- اکسید کلسیم:اکسید کلسیم (CaO) مورد استفاده در این تحقیق از نوع آزمایشگاهی با نام Acros و محصولی از کشور امریکا بود.

روش ها

آماده سازی نمونه: ابتدا تیمارها توسط طرح مرکب مرکزی تعیین شدند. سپس در هر تیمار ۵۰۰ گرم دانه ذرت ، ۱/۵ لیتر آب مقطر و مقدار آهک لازم در هر تیمار استفاده گردید.هر نمونه را حرارت داده تا به دمای مورد نظر برسد سپس در مدت زمان در نظر گرفته شده برای هر تیمار در آن دما نگه داشته در پایان زمان پخت حرارت قطع شده و نمونه در مدت زمان تعیین شده برای خیساندن در دمای محیط نگهداری می شود.پس از اتمام زمان خیساندن دانه ها را با آب شست و شو داده تا پری کارپ سست شده جدا گردد و آهک اضافی دانه ها از بین رود.پس از مرحله شست و شو و آبکشی، دانه ها را آسیاب کرده تا آرد ماسا به دست آید.آرد ماسا را به مدت ۱۰ ساعت در آون با دمای ۵۰ درجه سانتیگراد قرار داده تا به رطوبت ۱۲-۹ ٪ برسد. پس از خشک شدن آن را آسیاب می کنند تا به آرد با اندازه ذره ۲۵۰ میکرون تبدیل شود. در انتها نمونه ها آزمون می شوند.

آزمون ترکیبات شیمیایی: آزمون pH ،رطوبت ، پروتئین و خاکستر به ترتیب با روش های ۵۲-۰۲ ، A ۱۵-۴۴، روش میکروکجلدال (N×6.25) ۱۲-۴۶ و ۰۳-۰۸ AACC انجام شدند.

-رنگ: وزن مشخصی از هر نمونه را در پلیت ریخته آن را اسکن می کنیم. سپس توسط نرم افزارj Image مقدار*L*, a*, b نمونه ها تعیین می شود(احتیاطی و همکاران، ۱۳۸۷).

ظرفیت جذب آب: این آزمون با ایجاد تغییراتی در روش گزارش شده توسط Anderson (۱۹۶۹) انجام شد. در این آزمون ۰/۵گرم نمونه در لوله سانتریفوژ وزن شده ، به آن ۵ میلی لیتر آب مقطر اضافه می شود. لوله حاوی نمونه به مدت نیم ساعت به طور یکسان هم زده می شود سپس در سانتریفوژ با دور ۳۸۰۰ دور بر دقیقه به مدت ۳۰ دقیقه قرار می دهند. قسمت مایع تخلیه شده و افزایش وزن نمونه تعیین می شود. ظرفیت جذب آب به عنوان درصدی از وزن اولیه نمونه محاسبه می شود.

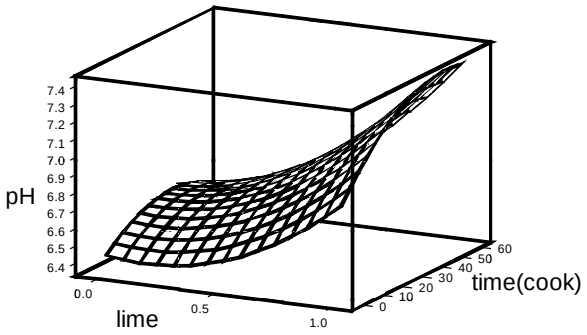
آنالیز آماری

این تحقیق با ۴ فاکتور که در هر فاکتور سه سطح وجود دارد انجام شد.ابتدا تیمار ها توسط طرح مرکب مرکزی تعیین می شوند.پس از انجام آزمون ها، بهترین تیمار در تولید آرد ماسا انتخاب می گردد.

نتایج و بحث

pH

بطور کلی عوامل موثر بر pH آرد عبارتند از : دمای پخت، زمان پخت، آهک/زمان پخت. طبق شکل ۱ با افزایش هم زمان آهک و زمان پخت میزان pH افزایش می یابد، آهک ترکیبی قلیایی است که pH را افزایش می دهد، علاوه بر این با افزایش زمان پخت آهک بیشتری به دانه نفوذ می کند که در مرحله شست و شو هم حذف نمی شود بنابراین pH افزایش می یابد. بر اساس مطالعات Sefa-Dedeh و همکاران(۲۰۰۴) در نمونه های تیمار شده با آهک افزایش آهک باعث افزایش pH نمونه می شود و پخت و غلظت آهک تاثیر چشمگیری بر pH نمونه ها دارد. Serna-Saldivar و همکاران (۱۹۹۰) گزارش کرده اند pH آرد ماسا ارتباط زیادی با مقدار آهک استفاده شده و جذب شده در مرحله پخت و خیساندن دارد. Vargas-lopez و همکاران(۱۹۹۰) در اندازه گیری pH آرد تاج خروس در شرایط متفاوت پخت قلیایی اعلام کردند pH نمونه ها به شدت تحت تاثیر دما و زمان پخت قرار دارد ، با افزایش این دو پارامتر، pH نیز افزایش می یابد و تاثیر دمای پخت نسبت به زمان پخت بیشتر است.



شکل ۱- تاثیر متقابل مقدار آهک و زمان پخت برpH نمونه ها

خاکستر

عوامل موثر بر میزان خاکستر عبارتند از : دمای پخت و زمان خیساندن. هیچ یک از پارامترها تاثیر متقابلی بر میزان خاکستر ندارند. Sefa-Dedeh و همکاران(۲۰۰۴) عنوان کرده اند در نمونه های

پخت شده در قلیا با افزایش غلظت آهک تا ۰/۵ درصد افزایش خاکستر وسپس با افزایش غلظت آهک تا ۱ درصد میزان خاکستر کاهش می یابد. اما به طور کلی اثر پخت و غلظت آهک بر میزان خاکستر معنی دار نمی باشد. شاید به این دلیل باشد که تا ۰/۵ درصد غلظت آهک میزان یون کلسیمی که به دانه نفوذ می کند افزایش یافته در نتیجه مقدار خاکستر افزایش می یابد اما در غلظت های بالاتر آهک ، از دست رفتن ماده خشک و پری کارپ افزایش می یابد که منجر به کاهش مقدار خاکستر می شود. افزایش دما و زمان پخت باعث دناتوره شدن پروتئین ها می شود در نتیجه کلسیم بیشتری به گروه های آزاد پروتئینی متصل می شود و در نهایت مقدار خاکستر افزایش می یابد (Fernandez-Munoz *et al*.2006).

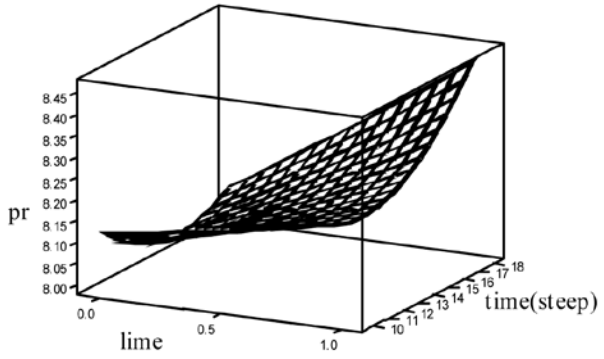
Bressani و همکاران (۱۹۹۰) گزارش کرده اند پس از فرایند پخت قلیایی خاکستر آرد ماسا نسبت به دانه ذرت افزایش می یابد اما دلیل مشخصی را بیان نکرده اند.

پروتئین

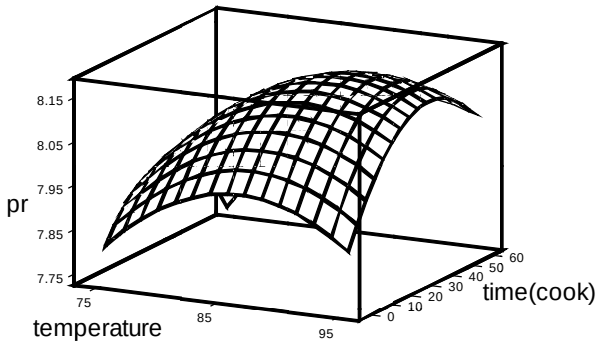
عوامل موثر بر میزان پروتیئن عبارتند از : آهک، دمای پخت، آهک/زمان خیساندن، دمای پخت / زمان پخت. طبق شکل ۲ با افزایش هم زمان آهک و زمان خیساندن، میزان پروتیئن افزایش می یابد. شکل ۳ نشان می دهد با افزایش دمای پخت تا ۸۵ درجه سانتیگراد و زمان پخت تا ۳۰ دقیقه میزان پروتئین افزایش و در مقادیر بالاتر کاهش می یابد.

Sefa-Dedeh و همکاران (۲۰۰۴) بیان کرده اند در نمونه های پخت شده در قلیا با افزایش غلظت آهک، میزان پروتئین افزایش می یابد .Carmen (۲۰۰۳) اظهار نموده است پخت قلیایی باعث دناتوره شدن پروتئین ها در اثر گرما می شود، بین اسید آمینه های غیر معمول اتصالات عرضی ایجاد شده و ساختمان چهارم پروتئین دناتوره می شود اما پروتئین های آندوسپرم همچنان به گرانول های نشاسته متصل باقی می مانند. هضم بهتر پروتئین های پخت شده در قلیا ممکن است به دلیل سهولت دسترسی به آن باشد که به دلیل ژلاتینه شدن نشاسته و تغییر در ماتریکس پروتئین ایجاد می شود. Ortega و همکاران (۱۹۸۶) میزان پروتئین دانه های پخت شده در قلیا را با دانه های خام مقایسه و گزارش نمودند با وجود اینکه در طول فرایند پخت قلیایی مقداری نیتروژن وارد محلول پخت شده و از دست می رود اما میزان پروتئین دانه ها افزایش می یابد و علت آن را به حذف پری کارپ دانه نسبت دادند که بخش عمده ساختمان آن مواد سلولتیک است.

Bressani و همکاران (۱۹۹۰) میزان پروتئین را در سه نوع ذرت پس از پخت قلیایی بررسی کردند.آن ها نیز افزایش مقدار پروتئین را پس از پخت قلیایی مشاهده کردند و دلیل این افزایش را کاهش کربوهیدرات های محلول در مرحله شست و شوی دانه ها بیان کردند.



شکل ۲- تاثیر متقابل آهک و زمان خیساندن بر مقدار پروتئین نمونه

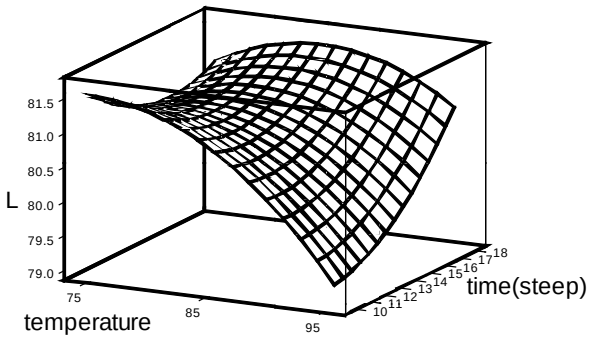


شکل ۳- تاثیرمتقابل دمای پخت و زمان پخت بر مقدار پروتئین نمونه

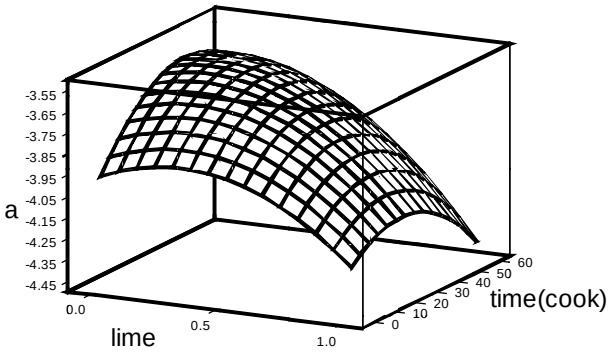
رنگ

پارامتر *L : این پارامتر نمادی از روشن بودن نمونه است. عوامل موثر بر آن عبارتند از: آهک، دمای پخت، زمان خیساندن، دمای پخت/زمان خیساندن. طبق شکل ۴ با کاهش هم زمان دمای پخت و افزایش زمان خیساندن مقدار *L افزایش می یابد. توسعه رنگ در محصولات پخت شده در قلیا به آهک مورد استفاده بستگی دارد .در فرایند پخت دانه ها، نشاسته ژلاتینه شده و آهک به سهولت جذب دانه می شود، با افزایش مقدار آهک میزان *L کاهش می یابد (Sefa-Dedeh *et al*.2004). در این تحقیق نیز با افزایش دمای پخت میزان*L کاهش یافت چرا که با افزایش دمای پخت آهک به مقدار بیشتری جذب دانه می شود در نتیجه *L نمونه ها کاهش می یابد. McDonough و همکاران (۲۰۰۴) گزارش نموده اند فرایند گرمایی با دمای بالا باعث افزایش شدت واکنش مایلارد می شود که رنگ قهوه ای غلات را تشدید می کند.

پارامتر *a: این پارامتر در واقع درجه ای از قرمز تا سبز است که هر چه مقدار آن بالاتر و مثبت باشد نمونه قرمزتر است .این فاکتورتحت تاثیر عوامل آهک و آهک/زمان پخت قرار دارد .طبق شکل ۵ با افزایش آهک *a کاهش می یابد و با افزایش زمان پخت تا یک حدی *a افزایش و سپس کاهش می یابد.

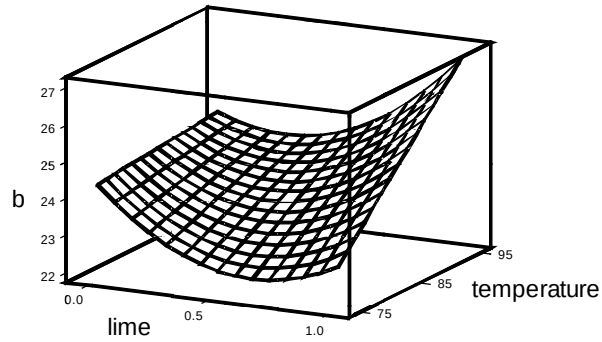


شکل٤- تاثیر متقابل دمای پخت و زمان خیساندن بر مقدار*L نمونه



شکل٥- تاثیر متقابل آهک و زمان پخت بر مقدار*a نمونه

پارامتر *b : *b نمادی از زرد و آبی است و هر چه مقدار آن بیشتر و مثبت باشد نمونه زردتر است. این فاکتور تحت تاثیر عوامل دمای پخت و آهک/دمای پخت قرار دارد. با توجه به شکل ۶ افزایش دمای پخت باعث افزایش مقدار *b می شود و با افزایش غلظت آهک *b ابتدا کاهش و سپس افزایش می یابد.

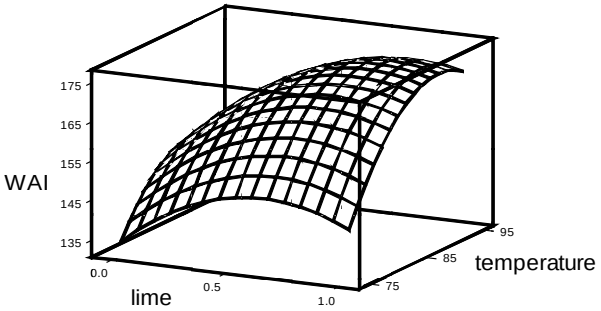


شکل ٦- تاثیر متقابل آهک و دمای پخت بر مقدار*b نمونه

ظرفیت جذب آب

این فاکتورتحت تاثیر میزان آهک، دمای پخت، زمان پخت و آهک/دمای پخت قرار دارد. با توجه به شکل ۷، با افزایش دما ظرفیت جذب آب آرد ماسا افزایش می یابد اما با افزایش آهک تا ۰/۵ درصد ، این فاکتور افزایش سپس به مقدار بسیار اندکی کاهش می یابد. بر اساس مطالعات Sefa-Dedeh و همکاران(۲۰۰۴)، افزایش آهک با تسهیل ژلاتینه شدن نشاسته ،ظرفیت جذب آب آرد را افزایش می دهد.اما در غلظت های بالاتر آهک با اشباع شدن گروههای هیدروکسیل نشاسته ذرت، این گروه ها دیگر قادر به جذب آب نیستند و ظرفیت جذب آب کاهش می یابد. همچنین با افزایش دما، ساختمان و یکپارچگی گرانول های نشاسته از بین می رود که به نشاسته ای ژلاتینه با ظرفیت جذب آب بالا تبدیل می شود(Bello-Campus-Baypoli *et al*. 1999،Perez *et al*. 2003).

Vargas- lopez و همکاران (۱۹۹۰) بیان کرده اند با افزایش دما و زمان پخت در فرایند پخت قلیایی، ظرفیت جذب آب آرد افزایش می یابد و دلیل این افزایش را به آسیب دیدگی گرانول های نشاسته نسبت دادند.



شکل۷- تاثیر متقابل میزان آهک و دمای پخت بر ظرفیت جذب آب نمونه ها

نتیجه گیری

مهم ترین مرحله در تولید چیپس تورتیلا ، مرحله پخت قلیایی است. پخت قلیایی بر میزان پروتئین، pH ، خاکستر، رنگ و ظرفیت جذب آب آرد ماسا تاثیر دارد. به طور کلی ،پخت قلیایی باعث افزایش pH و ظرفیت جذب آب آرد، زرد شدن رنگ آرد ماسا و بهبود کیفیت پروتئینی آن (به دلیل در دسترس قرار دادن نیاسین) می شود.

هر گونه تغییر در شرایط پخت قلیایی (دما و زمان پخت، غلظت آهک و زمان خیساندن) بر کیفیت آرد ماسا و در نهایت تورتیلا تاثیر دارد، بنابراین اولین گام در تولید تورتیلا با کیفیت مطلوب، انتخاب بهترین شرایط در تولید آرد ماسا است که در انواع مختلف ذرت، متفاوت است. در این تحقیق بهترین شرایط تولید آرد ماسا در ذرت دندانه اسبی کشت داده شده در ایران و تاثیر این فرایند بر ویژگی های آرد ماسا، با استفاده از طرح مرکب مرکزی بررسی شد. بهترین فرایند در تولید آرد ماسا فرایندی با ۰/۵ درصد آهک، ۸۵ درجه سانتی گراد دمای پخت، ۳۰ دقیقه زمان پخت و ۱۴ ساعت خیساندن تعیین

شد.

منابع

احتیاطی، ا.، محبی، م.، شهیدی، ف.، ۱۳۸۷، کاربرد پردازش تصویر در رنگ سنجی سطح نان غنی شده با آرد سویا ، هیجدهمین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی ، مشهد مقدس –ایران، ۲۵-۲۴ مهر.

AACC, 2000, Approved methods of the American association of cereal chemist,10th ed., Vol II, American Association of Cereal Chemist, St.Paul,Minn.

Anderson, R. A., Conway, H. F., Dfeiefer, V. F., Griffin, E. L., 1969, Gelatinization of corn grits by rool and extrusion cooking , *Cereal Science Today*, 4 (1), 4-12.

Bello-Perez, L. A., Osorio-Diaz, P. O., Agama-Acevedo, E., Solorza-Feria, J., Toro-Vazquez, J. F., Paredes-Lopez, O., 2003, Chemical and physicochemical properties of dried wet masa and dry masa flour, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83, 408–412.

Bressani, R., Benavides, V., Acevedo, E., Ortiz, M. A., 1990, Changes in selected nutrient contents and in protein quality of common and quality-protein maize during rural tortilla preparation, *Journal of Cereal Chemistry*, 67(6), 515-518.

Campus-Baypoli, O. N., Rosas-Burgos, E. C., Torres-Ch´avez, P. I., Ramirez-Wong, B., Serna-Sald´ıvar, S. O., 1999, Physicochemical changes of starch during maize tortilla production. *Starch/St¨arke*, 51, 173–177.

Carmen, W., 2003, Nixtamalization: a Mesoamerican technology to process maize at small-scale with great potentional for improving the nutritional quality of maize based foods , 2nd international work shop, Ouagadougou, 23-28/11/2003.

Carvalho, C. W. P., Takeuti, C. Y., Onwulata, C. I., Pordesimo, L. O., 2010, Relative effect of particle size on the physical properties of corn meal extrudates: effect of particle size on the extrusion of corn meal, *Journal of Food Engineering*, 98, 103-109.

Fernandez-Munoz, J. L., Martin-Martinez, E. S., Diaz-Gongora, J. A. I., Calderon, A., Alvarado-Escobar, A., Ortiz-cardenas, H., Leal-Perez, M., 2006, Steeping time and cooking temperature dependence of calcium ion diffusion during microwave nixtamalization of corn, *Journal of Food Engineering*, 76, 568–572.

Gomez, M. H., McDonough, C. M., Rooney, L. W., Waniska, R. D., 1989, Changes in corn and sorghum during nixtamalization and tortilla baking, *Journal of Food Science* , 54 , 330-336.

Limanond, B., Castell-Perez, E., Moreira, R. G., 1999, Effect of Time and Storage Conditions on the Rheological Properties of Masa for Corn Tortillas, *Lebensum-Wiss.u.-Techno.(LWT)*, 32, (6), 344-348 .

Lusas, E. W., Rooney, L. W., 2001, Snack food processing, Technomic Publishing Co., Lancaster ,PA,US. ISBN, 39-113, 261-281.

McDonough, C. M., Tellez-Giron, A., Gomez, M., Rooney L. W., 1987, Effect of cooking time and alkaline content on the structure of corn and sorghum nixtamal, *Cereal Food World* , 32, 660-661.

McDonough ,C. M., Floyd, C. D., Waniska, R. D., Rooney, L. W., 2004, Effect of accelerated aging on maize, sorghum, and sorghum meal, *Journal of Cereal Science*, 39, 351-361.

Ortega, E. I., Villegas, E., Vasal, S. K., 1986, A comparative study of protein changes in normal and quality protein maize during tortilla making, *Journal of Cereal Chemistry*, 63(5), 446-451.

Palacios-Fonseca, A. J., Vazquez-Ramos ,C., Rodríguez-García, M. E., 2009, Physicochemical characterizing of industrial and traditional nixtamalized corn flours ,*Journal of Food Engineering* 93(1), 45-51.

Ramirez-Wong, B., Sweat ,V. E., Torres, P. I., Rooney, L. W., 1994, Cooking time , grinding and moisture content effect on fresh corn masa texture, *Journal of Cereal Chemistry*, 71(4), 337-343.

Sahai, D., Mua, J. P., Surjewan, I., Buendia, M. O., Rowe, M., Jackson, D. S., 1999, Assessing Degree of Cook During Corn Nixtamalization: Impact of Processing Variables, *Journal of Cereal Chem*istry,76(6), 850–854.

Sahai, D., Buendia, M. O., Jackson, D. S., 2001, Analytical techniques for understanding Nixtamalized corn flour:particle size and functionality relationships in masa flour sample, *Journal of Cereal Chemistry*,78(1), 14-18.

Sahai, D., Mua, J. P., Surjewan, I., Buendia, M. O., Rowe, M., Jackson, D. S.,2001, Alkaline processing (nixtamalization) of white Mexican corn hybrids for tortilla production :significance of corn physicochemical characteristics and process condition, *Journal of Cereal Chemistry*, 78(2), 116-120.

Sefa-Dedeh, S., Cornelius, B., Sayki-Dawson, E., Afoakwa, E. O., 2004, Effect of nixtamalization on the chemical and functional properties of maize, *Journal of Food Chemistry* ,86, 317-324.

Serna-Saldivar, S. O., Gomez, M. H., Roodney, L. W., 1990, Technology chemistry and nutritive value of alkaline-cooked corn products, In :Y. Pomeranz , ed., Advances in cereal science and technology (Vol.10), American Association of Cereal Chemists Inc., St.Paul, Minnesota, USA, 243-295.

Vargas- lopez, J. M., Paredes – lopez, O., Espitia, E., 1990, Evaluation of lime heat treatment on some physical properties of amatanth flour by response surface methodology ,*Journal of Cereal Chemistry*,67(5), 417-421.