مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

کاربرد روش تحلیل مؤلفه اصلی (PCA) جهت مطالعه پارامترهای کمی و کیفی مافین کم ساکارز حاوی مالتودکسترین و قاووت سنتی

نفیسه ذوالفقاری[1*]، اسماعیل عطای صالحی[2]، زهرا شیخ‌الاسلامی[3]

۱-دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، واحد قوچان، دانشگاه آزاد اسلامی، قوچان، ایران.

۲-دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، واحد قوچان، دانشگاه آزاد اسلامی، قوچان، ایران.

۳- دانشیار بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران.

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۸/۱۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۹/۲۴

کلمات کلیدی:

شکر کاهش‌یافته،

روش تحلیل مؤلفه اصلی،

قاووت،

مالتودکسترین،

مافین.

DOI: 10.22034/FSCT.19.132.211

DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.132.16.9

* مسئول مکاتبات:

zolfaghari.n.59@gmail.com

چکیده

در این مطالعه از روش تحلیل مؤلفه اصلی برای ارزیابی روابط میان پارامترهای کمی و کیفی (دانسیته، قوام، ویسکوزیته، رطوبت، حجم مخصوص، تخلخل، بافت و ویژگی‌های حسی) مافین با شکر کاهش یافته استفاده گردید. روش تحلیل مؤلفه اصلی(PCA)ابزاری سودمند برای تفسیر و یافتن ارتباط در مجموعه‌ای از پارامترها با ابعاد و ویژگی‌های متنوع در هر مشاهده است. این ابزار کمک شایانی در افزایش تفسیرپذیری داده‌ها و تجسم چند بعدی از ارتباط میان آن‌ها را فراهم می‌کند. در این پژوهش به منظور جایگزینی شکر، از فرمولاسیونی حاوی سه سطح مالتودکسترین (صفر، ۲۵ و ۵۰ درصد) و چهار سطح قاووت (صفر، ۳، ۶ و ۱۰ درصد) در قالب یک طرح ساده کاملا تصادفی استفاده شد. بر مبنای مطالعه فضای تحلیل مؤلفه اصلی مشخص گردید که روابط میان پارامترهای مورد مطالعه تحت تأثیر تغییرات در فرمولاسیون بود. به طوری که روابط جدیدی میان پارامترهای مورد مطالعه بر روی مافین مشاهده شد. ارزیابی تغییر در روابط میان پارامترها تحت تأثیر جایگزینی مالتودکسترین و قاووت در فرمولاسیون مافین با شکر کاهش یافته نشان‌دهنده تغییرات صورت گرفته در زیرلایه‌های ساختاری و تأثیرپذیری مجموعه‌ای پارامترها از یکدیگر تحت تیمارهای اعمال شده بود. نتایج حاصل از این پژوهش نشان‌دهنده کارایی و اهمیت کاربرد روش‌های مبتنی بر داده‌کاوی برای ایجاد شناخت از روابط میان پارامترهای کمی و کیفی فراورده‌های پخت با تغییر در فرمولاسیون است.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-12]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.132.16.9]

[DOI: 10.22034/FSCT.19.132.211]

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-12]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.132.16.9]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.132.211]

۱-مقدمه

کیک پس از نان، یکی از پرمصرف‌ترین و مهم‌ترین فراورده‌های صنایع پخت است [۱]. شکر موجود در فرمولاسیون کیک دارای نقش‌های متفاوتی از جمله کمک به تشکیل ساختار کیک، حجم، پوکی یا تخلخل، بهبود کیفیت نگهداری، رنگ بافت داخلی و پوسته کیک، افزایش نیمه عمر و حفظ رطوبت می‌باشد[۲]. تقاضا جهت تولید غذاهای کم کالری با میزان شکر کمتر به دلیل ارتباط شکر با برخی مشکلات سلامتی مانند فشار خون، بیماری‌های قلبی عروقی، فساد دندان، چاقی و دیابت صورت گرفته است[۳]. مالتودکسترین $(C_6H_{10}O_5)_nH_2O$ به عنوان یکی از جایگزین‌های شکر، پلیمری از ساکاریدهای فاقد طعم شیرین بوده که اکی والان دکستروز آن کمتر از ۲۰ و شامل مخلوطی از ترکیبات با وزن مولکولی بین پلی‌ساکاریدها و الیگوساکاریدهاست که به صورت پودرهای سفید رنگ یا شربت‌های غلیظ در دسترس است. [٤]. از سوی دیگر به دلیلنیاز جامعه به مواد غذایی حاوی ترکیبات فراسودمند و غنی‌شده با مواد معدنی، ویتامین، فیبر و غیره هستند،غنی‌سازی فراورده های صنعت بخت (قوت غالب جامعه) بسیار مورد توجه محققان صنعت غذاقرار گرفته است. قاووت یکی از ترکیبات مغذی است که مصرف آن در طب سنتی کرمان دارای تاریخ طولانی است [٥] و با وجود استفاده گسترده از آن در ایران، به صورت علمی کمتر مورد بررسی قرار گرفته است و به نظر می‌رسد در معرفی این فراورده مغذی به صورت مستقل یا استفاده از آن در سایر فراورده‌های غذایی به خارج از کشور کوتاهی شده است.بسته به نوع فرمولاسیون، قاووت ممکن است از آسیاب کردن ۱ تا ٤٠ جزء شامل برخی دانه‌های گیاهی، مغزی‌ها و گیاهان دارویی همراه با مقدار مشخصی شکر تولید شود [٦]. همانطور که پیش‌تر بیان گردید شکر به عنوان جزء اصلی فرمولاسیون کیک علاوه بر نقش شیرین‌کنندگی و ایجاد خصوصیات ارگانولپتیکی مطلوب، دارای نقشی بنیادی در ایجاد ساختار و ویژگی‌های کمی و کیفی فراورده است. از این رو جایگزینی بخشی از شکر با سایر ترکیبات جایگزین موجب تغییر در ابعاد ساختاری و ویژگی‌های فراورده نهایی می‌گردد. بر این مبنا، مطالعه تغییرات صورت گرفته در نتیجه جایگزینی شکر با مخلوط مالتودکسترین و قاووت، اطلاعات مطلوبی از زیرلایه‌ها و ارتباط میان پارامترها برای درک بیشتری از تغییرات ایجاد شده در سیستم نمایان می‌سازد.

تحلیل مؤلفه اصلی[1](PCA) ابزاری سودمند برای تفسیر و یافتن ارتباط در مجموعه‌ای از پارامترها با ابعاد و ویژگی‌ها متنوع در هر مشاهده است. این ابزار کمک شایانی در افزایش تفسیرپذیری داده‌ها و تجسم چند بعدی از ارتباط میان آن‌ها را فراهم می‌کند. به عبارت دیگرPCAیک تکنیک آماری برای کاهش ابعاد مجموعه داده است.این امر با تبدیل خطی داده‌ها به یک سیستم مختصات جدید انجام می‌شود که در آن تغییرات در داده‌ها را می‌توان با ابعاد کمتری نسبت به داده‌های اولیه توصیف کرد. در بسیاری از مطالعات از دو جزء اصلی اول برای ترسیم داده‌ها در دو بعد و شناسایی بصری خوشه‌هایی از نقاط داده نزدیک به هم استفاده می‌شود. [۷]. مؤلفه اول[2] متغیر مشتق شده از متغیرهای اصلی با بیشترین واریانس توضیحی است و مؤلفه اصلی دوم بیشترین واریانس را در آنچه که پس از حذف اثر مؤلفه اول باقی می‌ماند را توضیح می‌دهدPCA.بیشتر زمانی مورد استفاده قرار می‌گیرد که بسیاری از متغیرها با یکدیگر همبستگی بالایی دارند و مطلوب است که تعداد آن‌ها به یک مجموعه مستقل برای استخراج ارتباط میان زیرلایه‌های آنها در جهت رسیدن به تفسیری از تغییرات ایجاد شده در سیستم کاهش پیدا کند [۸].

با توجه به موارد عنوان شده هدف از این پژوهش ارزیابی تغییرات میان پارامترهای مورد مطالعه در مافین (دانسیته، قوام و ویسکوزیته خمیر و رطوبت، تخلخل، حجم مخصوص، رنگ و ویژگی‌های حسی) و ارتباط میان ویژگی‌های مورد بررسی با استفاده از روش تحلیل مؤلفه اصلی می‌باشد. لازم به ذکر است در این پژوهش صفر، ۲۵ و ۵۰ درصد از شکر با مخلوط مالتودکسترین (صفر، ۲۵ و ۵۰ درصد براساس وزن شکر) و قاووت (صفر، ۳، ٦ و ۹ درصد براساس وزن آرد) جایگزین شد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱-مواد

آرد گندم با ۱۱/۷ درصد پروتئین، ۰/٦۱ درصد خاکستر، ۱۲/۸۷ درصد رطوبت، ۳۵/۱۲ درصد گلوتن مرطوب و ۳۳/۰۹ درصد

1. Principle component analysis
2. Firstcomponent

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-12]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.132.16.9]

[DOI: 10.22034/FSCT.19.132.211]

گلوتن خشکاز کارخانه قدس رضوی تهیهدر انبار خشک و خنک نگهداری شد. همچنین سایر مواد شامل مواد شیمیایی از شرکت مرک (آلمان)، شکر، نمک، روغن نباتی مایع و بیکینگ پودر از یک فروشگاه قنادی خریداری شد. تخم مرغ تازه یک روز قبل از تولید مافین تهیه و در یخچال با دمای ٤ درجه سانتی‌گراد قرار خواهد گرفت. مالتودکسترین از شرکت اوسینا شیمی و بذرها، مغزی و گیاهان دارویی جهت تهیه قاووت نیز از یک عطاری معتبر در سطح شهر مشهد تهیه شد.

۲-۲-تهیه قاووت

ابتدا مغزی‌ها، دانه‌ها و گیاهان دارویی از کلیه مواد خارجی جدا و شسته شدند. پس از خشک کردن، عمل برشته کردن انجام شد. در ادامه براساس فرمولاسیون قاووت که در ذیل به آن اشاره می‌گردد، نسبت معینی از مغزی‌ها، دانه‌ها و گیاهان دارویی با مقداری شکر مخلوط و سپس آسیاب شد. آسیاب کردن به میزانی انجام شد که از مش ۳۵ عبور کند. لازم به یاداوری است هل، دانه فلفل سیاه، زنجبیل و دارچین برشته نشدند و به صورت خام اضافه گردیدند. اما برشته کردن تخم خرفه، بذر کتان، جو، شاهدانه، تخم کاهو، موردانه، تخم گشنیز، تخم آفتابگردان، سیاه دانه، خشخاش و قهوه انجام شد. قاووت تهیه شده در بسته‌بندی شیشه‌ای تا زمان استفاده در فریزر با دمای ۲۰- درجه سانتی گراد نگهداری شد.فرمولاسیون قاووت کامل سنتی کرمان شامل ترکیبات ذیل بود؛

شکر ۵۰ درصد، بذرهای جو، خرفه، کتان، خشخاش و شاهدانه (از هر کدام ٦/۳۸ درصد)، بذرهای کاهو، گشنیز، کنجد، آفتابگردان (از هرکدام ۳/۱۹ درصد)، سیاه دانه و قهوه (از هر کدام ۱/۲۷ درصد)، موردانه (۱/۲۵ درصد)، روپاس (۰/٦۳ درصد)، هل (۰/۳۲ درصد)، جدوا (۰/۳ درصد)، دانه فلفل سیاه (۰/۲ درصد) و زنجبیل و دارچین (از هرکدام ۰/۰۵ درصد). لازم به ذکر است فرمولاسیون فوق الذکر مطابق با فرمولاسیون اخوان (۱۳۹۵) بود [۹].

۲-۳-تهیه مافین

به منظور تولید مافین ابتدا مواد اولیه شامل آرد نول (۱۰۰ گرم)، شکر (۷۲ گرم)، روغن مایع (۵۷ گرم)، تخم‌مرغ (۷۲ گرم)، شیر خشک (۲ گرم)، نمک طعام (۱ گرم)، وانیل (۰/۵ گرم)، بکینگ پودر (۱/۳٤ گرم) و آب (به مقدار لازم) توزین شد. لازم به ذکر است سایر مواد اولیه براساس درصدی از وزن آرد بود. جهت تهیه مافین در مرحله اول روغن و پودر شکر با هم مخلوط و توسط یک همزن برقی (Electra EK-230M, Japan) با سرعت ۱۲۸ دور در دقیقه به مدت ٦ دقیقه همزده تا کرم روشنی با حباب‌های هوا ایجاد شد. تخم مرغ در چهار مرحله به مخلوط کرمی اضافه شد. در پایان آب اضافه شد و مخلوط یکنواختی ایجاد شد. در ادامه مخلوط تهیه شده داخل کپسول‌های مافین ریخته و در فر آزمایشگاهی گردان با هوای داغ (Zucchelli Forni, Italy) با دمای ۱۸۰ درجه سلسیوس به مدت ۳۰ دقیقه جهت پخت قرار گرفت. سپس کیک‌های پخت شده در دمای اتاق خنک شد و در بسته‌بندی‌های پلی اتیلنی به منظور انجام آزمایشات نگهداری گردید. فرمولاسیون تولید مافین براساس روش نجفی و صالحی‌فر (۱۳۹٦) با اندکی تغییرات بود [۱۰]. تیمارهای این پژوهش مطابق جدول ۱ بود.

Table 1 Treatments

Treatments	Sugar (gr)	Maltodextrin (gr)	Ghavoot (gr)
1 (Conrol)	75	0	0
2	56.25	18.75	3
3	56.25	18.75	6
4	56.25	18.75	9
5	37.5	37.5	3
6	37.5	37.5	6
7	37.5	37.5	9

۲-٤-دانسیته خمیر

جهت اندازه‌گیری این کمیت حجم مشابهی از خمیر کیک و آب دوبار تقطیر در یک درجه حرارت یکسان وزن شد. با تقسیم وزن

خمیر کیک به وزن آب دوبار تقطیر، وزن مخصوص خمیر کیک محاسبه شد [۱۱].

۲-۵-قوام خمیر

جهت اندازه‌گیری این کمیت از قوام سنج بوستویک (چین) استفاده شد. این دستگاه دارای محفظه‌ای مکعب مستطیل شکل یا نیمه استوانه‌ای با دو خانه کوچک و بزرگ است که خمیر درون خانه کوچک ریخته شد و بعد از آزاد کردن تیغه بین دو خانه مسیر طی شده توسط خمیر در زمان معین قرائت و عکس مسافت طی شده توسط خمیر به عنوان قوام گزارش شد [۱۲].

۲-۶-ویسکوزیته

ویسکوزیته خمیر مافین با استفاده از دستگاه ویسکومتر چرخشی بروکفیلد (Brookfield, model RVDV-ц+pro, USA) در سرعت برشی برابر $60S^{-1}$ در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد، با استفاده از اسپیندل شماره S07اندازه‌گیری شد[۱۰].

۲-۶-رطوبت مافین

جهت انجام این آزمایش از استاندارد AACC، ۲۰۰۰ شماره ۱۶-۴۴ استفاده شد. برای این منظور نمونه‌ها در فاصله زمانی ۲ ساعت پس از پخت در آون (مارک Jeto Tech، مدل OF-O2G، ساخت کشور کره جنوبی) با حرارت ۱۰۵-۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت [۱۳].

۲-۷-حجم مخصوص مافین

برای اندازه‌گیری حجم مخصوص از روش جایگزینی حجم با دانه کلزا مطابق با استاندارد AACC، ۲۰۰۰ شماره ۱۰-۷۲ استفاده شد. برای این منظور در فاصله زمانی ۲ ساعت و یک هفته پس از پخت، قطعه‌ای به ابعاد ۲×۲ سانتی‌متر از مرکز هندسی مافین تهیه شد و حجم مخصوص آن با تقسیم حجم به وزن تعیین شد [۱۳].

۲-۸-تخلخل مافین

به منظور ارزیابی میزان تخلخل مغز مافین در بازه زمانی ۲ ساعت پس از پخت، از تکنیک پردازش تصویر استفاده شد. بدین منظور برشی به ابعاد ۲ در ۲ سانتی‌متر از مغز به وسیله اسکنر (مدل: HP Scanjet G3010) با وضوح ۳۰۰ پیکسل تصویربرداری شد. تصویر تهیه شده در اختیار نرم‌افزار Image J قرار گرفت و درصد تخلخل نمونه‌ها اندازه‌گیری شد [۱۴].

۲-۹-رنگ پوسته مافین

آنالیز رنگ پوسته کیک در فاصله زمانی ۲ ساعت پس ازپخت، از طریق تعیین سه شاخص L^*، a^*و b^*صورت پذیرفت. بدین منظور ابتدا برشی به ابعاد ۲ در ۲ سانتی‌متر از پوسته کیک تهیه گردید و به وسیله اسکنر (مدل: HP Scanjet G3010) با وضوح ۳۰۰ پیکسل تصویر برداری شد. سپس تصاویر در اختیار نرم‌افزار Image J قرار گرفت. با فعال کردن فضای LABدر بخش Plugins، شاخص‌های فوق محاسبه شد [۱۵].

۲-۱۰-بافت مافین

ارزیابی بافت کیک در فاصله زمانی ۲ ساعت و یک هفته پس از پخت، با استفاده از دستگاه بافت‌سنج QTS مدل CNS Farnell, UK ساخت کشور انگلستان انجام گرفت. حداکثر نیروی مورد نیاز برای نفوذ یک پروب با انتهای استوانه‌ای (۲ سانتی‌متر قطر در ۲/۳ سانتی‌متر ارتفاع) با سرعت ۶۰ میلی‌متر در دقیقه از مرکز مافین، به‌عنوان شاخص سفتی محاسبه شد. نقطه شروع و نقطه هدف به ترتیب ۰/۰۵ نیوتن و ۲۵ میلی‌متر بود [۱۶].

۲-۱۱-آزمون حسی مافین

بدین منظور ۱۰ داور مطابق با آزمون مثلثی و روش گاسولاوسینگ(۱۹۸۴) انتخاب شد [۱۷]. سپس خصوصیات حسی مافین از نظر فرم و شکل، خصوصیات سطح بالایی، خصوصیات سطح پایینی، پوکی و تخلخل، سفتی و نرمی بافت، قابلیت جویدن، و بو و مزه بمورد ارزیابی قرار گرفت. ضریب ارزیابی صفات از بسیار بد (۱) تا بسیار خوب (۵) و براساس هدونیک ۵ نقطه‌ای بود [۱۸ و ۱۹]. ویژگی‌های بررسی شده به ترتیب دارای ضریب رتبه‌ای ۴،۲، ۱، ۲، ۲، ۳ و ۳ بودند در نهایت امتیاز پذیرش کلی (عدد کیفیت) براساس رابطه ذیل محاسبه شد.

$$Q = \frac{\Sigma(P \times G)}{\Sigma P}$$

Q= امتیاز کلی (عدد کیفیت مافین)، P= ضریب رتبه صفات و G= ضریب ارزیابی صفات.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-12]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.132.16.9]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.132.211]

۲-۱۲- تجزیه و تحلیل داده‌ها

طراحی تیمارها جهت جایگزین شکر در فرمولاسیون مبتنی بر استفاده از سه سطح مالتودکسترین (صفر، ۲۵ و ۵۰ درصد) و چهار سطح قاووت (صفر، ۳، ٦ و ۱۰ درصد) در قالب یک طرح ساده کاملا تصادفی با ۳ تکرار صورت گرفت. روش تحلیل مؤلفه اصلی با استفاده از نرم افزار Minitab 17بر مبنای مؤلفه‌های اول و دوم به عنوان ۲ مؤلفه با در برگیری بیشترین واریانس‌های توضیحی برای تحلیل روابط میان پارامترها تحت تأثیر کاربرد ترکیبات جایگزین شکر استفاده شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱-رابطه میان پارامترهای کمی و کیفی نمونه مافین فاقد جایگزینی

روابط میان پارامترهای اندازه‌گیری در نمونه شاهد در فضای تحلیل مؤلفه اصلی در شکل ۱ مشاهده می‌شود. براساس نتایج حاصله، همبستگی بالا میان پارامترهای مورد مطالعه بر روی نمونه شاهد در ۳ گروه قرار گرفته است. بر این مبنا رطوبت، قوام، رنگ پوسته و ویسکوزیته در دسته اول بیشترین همبستگی را از خود نشان داده‌اند. همبستگی بالای میان پارامترهای ذکر شده بیانگر وابستگی سه پارامتر قوام، رنگ پوسته و ویسکوزیته با پارامتر رطوبت بود. قهوه‌ایشدن رنگ پوسته کیک به دلیل واکنش مایلارد و برهمکنشمیان قندهای احیاءکننده و گروه آمینی پروتئین‌ها وکاراملیزاسیون ساکارز (برهمکنش میان قندها) است که ناشیاز قرار گرفتن در معرض درجه حرارت‌های بالای پخت می‌باشد [۲۰]. فرآیند تبدیل ساکارز به مونوساکاریدهای احیاءکننده در فرآیند پخت و با کاهش رطوبت نمونه صورت می‌گیرد. از این رو همبستگی رنگ به رطوبت قابل درک است. ویسکوزیته به عنوان شاخصه‌ای از مقاومت لایه‌های سیال به جابه‌جایی تعریف می‌گردد. از سوی دیگر قوام به عنوان شاخصه-ای از مقاومت توده به تغییر شکل و جابه‌جایی تعریف شده است. این دو پارامتر به صورت مستقیم تحت تأثیر رطوبت به عنوان پارامتر تأثیرگذار بر ساختار کلوئیدی مافین و شکل‌گیری ساختار پایه تعریف می‌شود. در دسته دوم بیشترین همبستگی میان پارامترهای سفتی و تخلخل مشاهده شد. تخلخل به عنوان شاخصه‌ای از حفرات شکل‌گرفته در ساختار طی دوره پخت معرفی می‌شود. از سوی دیگر سفتی به عنوان مقاومت ساختار به گسست ارزیابی شد. این دو پارامتر به عنوان شاخصه‌هایی از شکل‌گیری ساختار است. در میان پارامترهای مورد بررسی، پذیرش کلی نمونه شاهد بیشترین همبستگی را با پارامتر حجم مخصوص از خود نشان داد. حجم مخصوص به عنوان شاخصه-ای از گسترش ساختار و در برگیرنده خصوصیات ظاهری فراورده‌های پخت ارزیابی می‌شود. از این رو رابطه حاصل شده میان حجم مخصوص و پذیرش کلی نمونه شاهد از هر دو بعد ساختاری و حسی قابل توجه است.

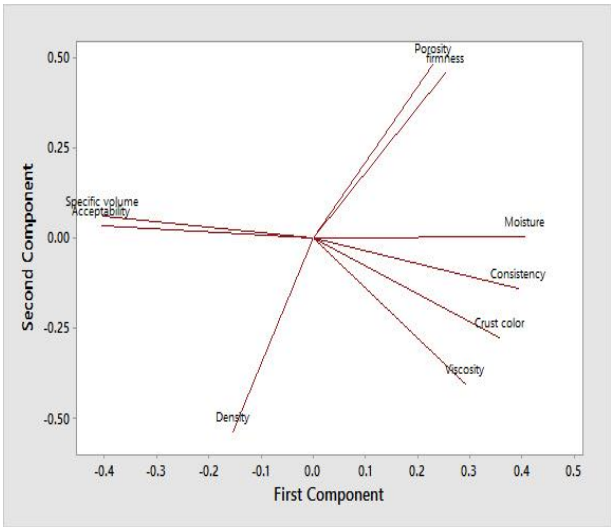

Fig 1 visualization of relationship between the parameters in the PCA plot.

۳-۲-رابطه میان پارامترهای کمی و کیفی مافین تحت تأثیر جایگزینی شکر با مالتو دکسترین و قاووت

شکل ۲ نشان‌دهنده روابط میان پارامترهای مورد مطالعه بر روی مافین با جایگزینی ۲۵ درصد مالتودکسترین و ۳ درصد قاووت است. همانطور که نتایج نشان می‌دهد پارامترهای مورد مطالعه تحت تأثیر جایگزینی شکر در فرمولاسیون بود. بر این مبنا شکل‌گیری رابطه‌ای با همبستگی بالا میان پارامترهای رطوبت، دانسیته، حجم مخصوص، ویسکوزیته، تخلخل و پذیرش کلی مشاهده شد. در میان پارامترهای فوق‌الذکر، ۳ پارامتر رطوبت،

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-12]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.132.16.9]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.132.211]

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-12]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.132.16.9]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.132.211]

دانسیته و حجم مخصوص نسبت به ۳ پارامتر دیگر همبستگی بالاتری داشتند. براساس نتایج حاصله می‌توان بیان نمود که حضور مالتودکسترین و قاووت در فرمولاسیون مافین بیشترین اثر را بر پارامترهایی با شاخصه‌ای از خصوصیات توسعه ساختار شبکه می‌گذارد. ازسوی دیگر نتایج نشان‌دهنده مستقل بودن پارامتر قوام و سفتی از سایر پارامترها در مافین بود. نقش شکر به عنوان جزء اصلی فرمولاسیون مافین علاوه بر تأثیرگذاری بر خصوصیات حسی فراورده، نقش قابل توجهی در توسعه و تشکیل ساختار بازی می‌کند. علاوه بر اثر شکر بر ورود هوا در خمیر کیک طی دوره اختلاط، این ماده نقش اصلی در پخش‌پذیری ذرات هوای وارد شده به خمیر طی دوره پخت ایفا می‌کند[۲۱]. از این رو تأثیرپذیری بالاتر پارامترهای ساختاری با جایگزینی در سطح شکر قابل تفسیر می‌شود. کوهساری و همکاران (۱۳۹۸) در مطالعه‌ای به بررسی اثر جایگزینی شکر با استویا و افزودن آرد دانه چیا و ایزوله پروتئین نخود بر ویژگی‌های کیفی و رئولوژی مافین فاقد گلوتن تهیه شده از آرد برنج پرداختند. این محققان بیان نمودند که افزودن آرد دانه چیا به فرمولاسیون بیشترین تأثیرگذاری را بر پارامترهای ساختاری مافین دارد. بر این مبنا گزارش شد که افزودن این ترکیب با تأثیرگذاری بر ویسکوزیته و قوام خمیر موجب افزایش استحکام ساختار شد [۲۲].

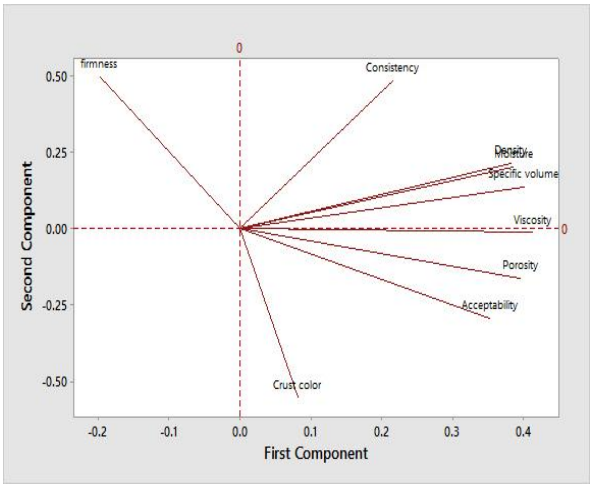

Fig 2 visualization of relationship between the parameters in the PCA plot with sugar substitution (25% Maltodextrin- 3% Ghavoot)

شکل ۳ نشان‌دهنده روابط میان پارامترهای مورد مطالعه بر روی نمونه مافین با سطح جایگزینی ۲۵ درصد مالتودکسترین و ۶ درصد قاووت است. روابط شکل گرفته میان پارامترهای مورد مطالعه نشان‌دهنده همبستگی میان ۳ پارامتر ویسکوزیته، رطوبت و حجم مخصوص بود. از سوی دیگر دانسیته، تخلخل و رنگ پوسته بیشترین تأثیرپذیری را از یکدیگر در فضای تحلیل مؤلفه اصلی از خود نشان می‌دهد. همچنین امتیاز پذیرش کلی رابطه‌ای با میزان سفتی نمونه‌ها از خود نشان داد. با افزایش سطح قاووت به ۶ درصد در مقایسه با نمونه با سطح ۳ درصد قاووت، شکل‌گیری رابطه‌ای میان پارامترهای تخلخل و دانسیته با رنگ پوسته مشاهده شد. براساس نتایج بدست آمده به نظر می‌رسد افزایش سطح قاووت با افزایش ماده خشک نامحلول در فرمول مافین موجب تأثیرگذاری بر میکروساختار و توزیع اندازه ذرات حفرات شده است. از این رو علاوه بر شکل‌گیری رابطه میان خصوصیات ساختاری، تأثیرپذیری پذیرش کلی از پارامتر سفتی نیز قابل درک می‌گردد. افزایش سطح قاووت در فرمولاسیون در نتیجه ایجاد برهم‌کنش با شبکه پروتئینی موجب تغییر در خصوصیات ویسکوالاستیک و در نتیجه پیامد آن کاهش ظرفیت نگهداری گاز است. کاهش انبساط خمیر و ممانعت از گسترش حباب‌های هوا درون ساختار موجب تأثیرگذاری بر ساختار حاصله و سفت شدن فراورده نهایی می‌شود. نتایج مشابهی توسط کوهساری و همکاران (۱۳۹۸) در خصوص افزودن آرد دانه چیا به مافین گزارش شده است [۲۲].

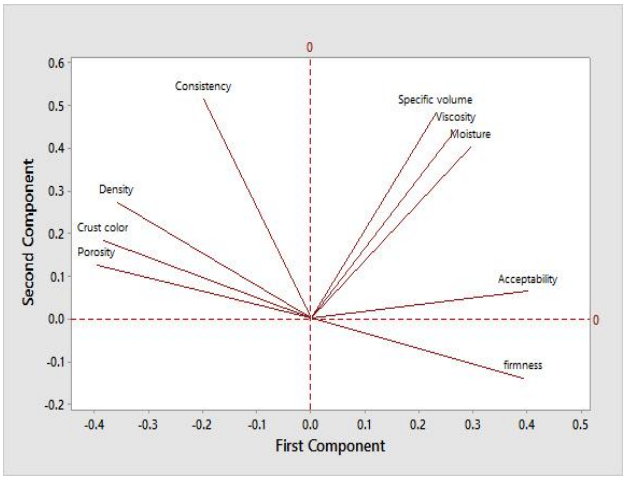

Fig 3 visualization of relationship between the parameters in the PCA plot with sugar substitution (25% Maltodextrin- 6% Ghavoot)

شکل ٤ نشان‌دهنده رابطه میان پارامترهای مورد مطالعه در نمونه حاوی ۲۵ درصد مالتودکسترین و ۱۰ درصد قاووت است. نتایج

این بخش حاکی از شکل‌گیری رابطه میان پارامترهای ویسکوزیته، تخلخل و دانسیته با یکدیگر در کنار تأثیرپذیری پذیرش کلی از پارامتر ویسکوزیته نسبت به سایر پارامترها بود. از سوی دیگر در مطالعه فضای تحلیل مؤلفه اصلی، رابطه‌ای با شدت بالا میان پارامتر قوام و حجم مخصوص با افزایش سطح جایگزینی قاووت مشاهده شد. تأثیرپذیری بالای پارامتر حجم مخصوص و قوام از یکدیگر را می‌توان به نقش اندازه قاووت به عنوان ترکیبی از فیبرهای خوراکی نامحلول ارتباط داد. مارتینز و همکاران (۲۰۱٤) در پژوهشی به ارزیابی تأثیر اندازه ذرات فیبرهای خوراکی نامحلول بر ساختار نان پرداختند. براساس نتایج گزارش شده توسط این پژوهشگران اندازه و نوع ذرات فیبر نامحلول خوراکی بیشترین تأثیرپذیری بر ساختار را در پارامتر حجم مخصوص و میزان سختی نان از خود نشان داد [۲۳].

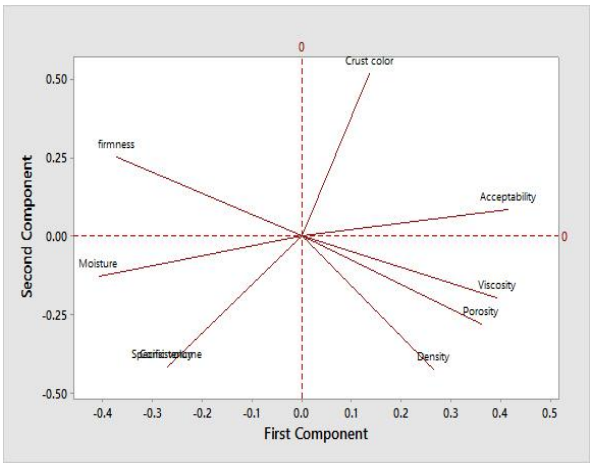

Fig 4 visualization of relationship between the parameters in the PCA plot with sugar substitution (25% Maltodextrin- 10% Ghavoot)

شکل ۵ نشان‌دهنده روابط میان پارامترهای مورد مطالعه بر روی مافین حاوی ۵۰ درصد مالتودکسترین و ۳ درصد قاووت است. همانطور که نتایج نشان می‌دهد رابطه‌ای با همبستگی بالا میان پارامترهای رطوبت، قوام، سفتی و پذیرش کلی وجود داشت. از سوی دیگر ایجاد رابطه‌ای میان پارامترهای رنگ پوسته، ویسکوزیته و دانسیته مشاهده شد. افزایش سطح مالتودکسترین با تأثیرگذاری بر ویسکوزیته خمیر موجب کاهش ورود و توزیع حباب‌های هوا در مافین می‌گردد. از این رو شکل‌گیری ساختاری متراکم باعث ایجاد تأثیر منفی بر حجم مخصوص می‌شود. نتایج مشابهی توسط جونادیشان و بوجانگ (۲۰۱٤) در نتیجه جایگزینی شکر با مالتودکسترین در فرمولاسیون نوعی کیک بومی مالزی گزارش شده است. بر مبنای یافته‌های این پژوهشگران افزایش سطح مالتودکسترین در فرمولاسیون کیک سبب ایجاد اثر منفی بر ویسکوزیته و در نتیجه کاهش حجم مخصوص نمونه‌های تولیدی شد [۲٤].

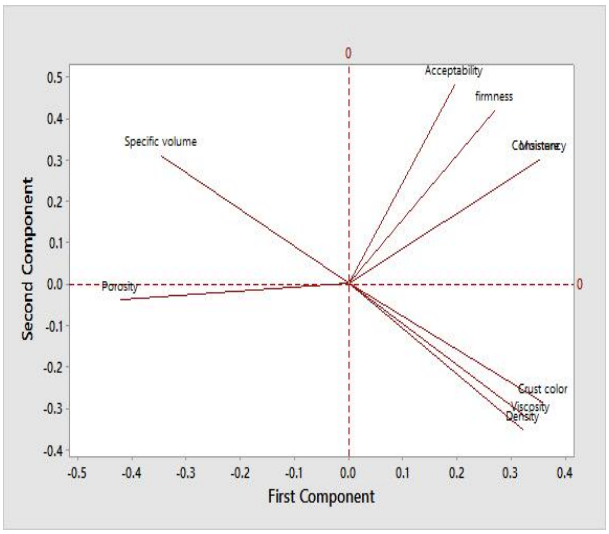

Fig 5 visualization of relationship between the parameters in the PCA plot with sugar substitution (50% Maltodextrin- 3% Ghavoot)

شکل ٦ نشان‌دهنده روابط میان پارامترهای نمونه حاوی ۵۰ درصد مالتودکسترین و ٦ درصد قاووت است. موقعیت قرارگیری پارامترهای مورد مطالعه در فضای تحلیل مؤلفه اصلی نشان می‌دهد که رابطه‌ای با همبستگی بالا میان پارامترهای رنگ پوسته، دانسیته و سفتی شکل گرفته است. الگویی مشابه با روابط ذکر شده در نتایج تحلیل مؤلفه اصلی مربوط به نمونه حاوی ۵۰ درصد مالتودکسترین و ۳ درصد قاووت نیز مشاهده گردید (شکل ۵). علاوه بر روابط بیان شده با افزایش سطح قاووت به ٦ درصد در سطح ثابت مالتودکسترین (۵۰ درصد) رابطه‌ای با همبستگی بالا میان پارامتر ویسکوزیته و حجم مخصوص ایجاد شده است. ویسکوزیته به عنوان شاخصی از مقاومت لایه‌های سیال به جابه‌جایی نشان‌دهنده قدرت اتصالات میان مولکولی در میکروساختار است. قاووت به عنوان ترکیبی متشکل از فیبرهای محلول و نامحلول در کنار مالتودکسترین به عنوان پلی‌ساکاریدی با وزن مولکولی بالا قابلیت جذب آب و تشکیل ژل و فیلم را در ساختار نشاسته‌ای خمیر مافین دارد. از این رو برهم‌کنش‌های میان کلوئیدی در ساختار موجب افزایش انسجام ساختاری و

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-12]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.132.16.9]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.132.211]

متعاقب آن تأثیرگذاری بر پارامتر حجم مخصوص به عنوان شاخصی از قابلیت گسترش شبکه است.

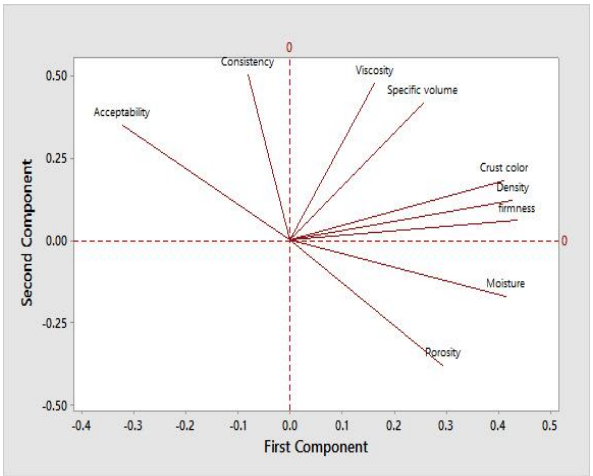

Fig 6 visualization of relationship between the parameters in the PCA plot with sugar substitution (50% Maltodextrin-6% Ghavoot)

شکل ۷ نشان‌دهنده روابط میان پارامترهای مافین با بیشترین سطح مالتودکسترین (۵۰ درصد) و قاووت (۱۰ درصد) است. همانطور که تحلیل مؤلفه اصلی نشان می‌دهد رابطه‌ای همسو میان پارامترهای تخلخل، قوام، حجم مخصوص و پذیرش کلی در این نمونه ظاهر شده است.

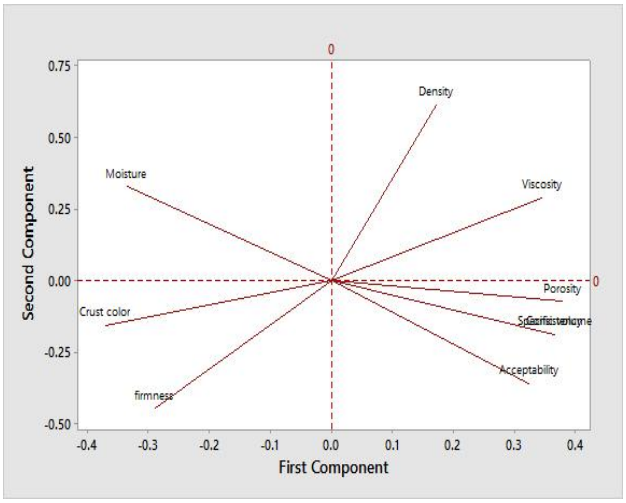

Fig 7 visualization of relationship between the parameters in the PCA plot with sugar substitution (50% Maltodextrin-10% Ghavoot)

در این میان، پارامتر حجم مخصوص و قوام همبستگی بالاتری از خود نشان می‌دهد. این امر را می‌توان در افزایش استحکام ساختاری در نتیجه افزایش جذب آب خمیر توسط فیبرهای محلول و نامحلول قاووت جستجو کرد. بر این مبنا افزایش استحکام ساختار و متعاقب آن ممانعت از گسترش شبکه سبب اثر منفی بر حجم مخصوص می‌شود. در پژوهش انجام شده توسط ساعدی و همکاران (۱۳۹۸) اثر افزودن قطعات خشک‌شده میوه آناناس بر ویژگی‌های کیفی مافین را بررسی شد. بر مبنای نتایج گزارش شده توسط این محققان افزایش درصد جایگزنی میوه در فرمولاسیون مافین منجر به افزایش فیبر خام و در پیامد آن کاهش حجم مخصوص گردید [۲۵].

٤- نتیجه‌گیری

تحلیل مؤلفه اصلی به عنوان ابزاری سودمند جهت مطالعه مجموعه‌ای از پارامترهای کمی و کیفی مافین با شکر کاهش یافته مورد استفاده قرار گرفت. نتایج حاصله مبین تحت تأثیر قرار گرفتن رابطه‌های ایجاد شده میان پارامترها با تغییر در سطح و نوع ترکیب جایگزین شکر در فرمولاسیون بود. همچنین یافته‌های حاصل از این پژوهش نشان‌دهنده کارایی و اهمیت کاربرد روش‌های مبتنی بر داده‌کاوی برای ایجاد شناخت از زیرلایه‌های روابط میان پارامترهای کمی و کیفی فراورده‌های پخت با تغییر در فرمولاسیون است.

٥-منابع

[1] Cauvain, S.P. & Young, L.S. (2006). Ingredients andtheir influences. In: Baked product: Science, Technologyand Practice, p. 72, Blackwell Publishing, Oxford. UK.
[2] Esteller, M.S., Yoshimoto, R.M.D.O., Amaral, R.L. and Lannes, S.C.D.S., 2004. Sugar effect on bakery products. Food Science and Technology, 24, pp.602-607.
[3] Misra, Varucha, A. K. Shrivastava, S. P. Shukla, and Mohammad Israil Ansari. "Effect of sugar intake towards human health." Saudi Journal of Medicine 1, no. 2 (2016): 29-36.
[4] Lakshminarayan, S.M., Rathinam, V. and KrishnaRau, L., 2006. Effect of maltodextrin and emulsifiers on the viscosity of cake batter and on the quality of cakes. Journal of the

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-12]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.132.16.9]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.132.211]

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-12]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.132.16.9]

[DOI: 10.22034/FSCT.19.132.211]

addition. Journal of Food Engineering, 72: 92–99.÷

[15] Sabbaghi, H., Ziaiifar, A., Kashaninejad, M. (2018). Fractional conversion modeling of color changes in apple during simultaneous dry-blanching and dehydration process using intermittent infrared irradiation. Iranian Food Science and Technology Research Journal, 14(2), 383-397. doi: 10.22067/ifstrj.v0i0.62293.

[16] Ronda, F., Oliete, B., Gomez, M., Caballero, P., and Pando, V. (2011). Rheological study of layer cake batters made with soybean protein isolate and different starch sources. Journal of Food Engineering, 112: 272-277.

[17] Gacula, J. R. and Singh. (1984). Statistical methods in food and consumer research. Academic press Inc. U.S.A. 360-366.

[18] Jalali, M., Sheikholeslami, Z., Elhamirad, A. H., Haddad Khodaparast, M. H. and Karimi, M. (2019). The effect of Balangu Shirazi (Lallemantia Royleana) gum on the quality of gluten-free pan bread containing pre-gelatinization simple corn flour with microeave. Carpathain Journal of Food Science and Technology, https://doi.org/10.34302/crpjfst/2019.11.2.6.

[19] Yaseen, A.A., Shouk, A.H., and Ramadan, M.T.)2010(. Corn-wheat pan bread quality as affected by hydrocolloids. Journal of American Science, 6(10): 684-690.

[20] Şen, D. and Gökmen, V., 2022. Kinetic modeling of Maillard and caramelization reactions in sucrose-rich and low moisture foods applied for roasted nuts and seeds. Food Chemistry, 395, p.133583.

[21] Stavale, M.D.O., Assunção Botelho, R.B. and Zandonadi, R.P., 2019. Apple as sugar substitute in cake. Journal of Culinary Science & Technology, 17(3), pp.224-231.

[22] Kohsari, F. Imam Juma, Z. Yarmand, M.S. The effect of replacing sugar with stevia and adding chia seed flour and pea protein isolate on the qualitative and rheological properties of gluten-free muffins made from rice flour. 2018. Biosystem Engineering of Iran (Agricultural Sciences of Iran), 50:3, 670-657 [In Persian].

[23] Martínez, M.M., Díaz, Á. and Gómez, M., 2014. Effect of different microstructural Science of Food and Agriculture, 86(5), pp.706-712.

[5] Naghibi, B., Sheibani, V., Bagherinia, M., Dehghan-nudeh, G. and Sharififar, F. (2011). Anti anxiety effect of Ghavoot: a traditional nutrient preparation. Int J Biol Chem Sci. 5: 322-326.

[6] Meamarbashi, A. and Manzari Tavakoli, A. (2014). Ergogenic effect of a traditional natural powder: Ghavoot. J diet suppl. 11(3): 241-247.

[7] Jolliffe, I.T. and Cadima, J., 2016. Principal component analysis: a review and recent developments. Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences, 374(2065), p.20150202.

[8] Abdi, H. and Williams, L.J., 2010. Principal component analysis. Wiley interdisciplinary reviews: computational statistics, 2(4), pp.433-459.

[9] Hamidreza Akhavan. (2016). Nutritional Value, Total Phenolic Content and Antioxidant Activity of Ghavoots (traditional Souvenir of Kerman/Iran). Journal of Kerman University of Medical Sciences. 23(6): 770-782. (In Persian).

[10] Najafi, S. and Salehifar, M. (2017). Optimization of production low-calorie muffin with natural sweetener stevia and maltodextrin. Journal of Food Research, 26(4): 715-724. (In Persian).

[11] Ashwini, A., Jyotsna, R., and Indrani, D. (2009). Effect of hydrocolloids and emulsifiers on the rheological characteristic and quality of flat bread. Lebensm.Wiss.u.Technology, 36: 18-193.

[12] Ayoubi, A., Habibi Najafi, M. B. and Karimi, M. (2011). Effect of different levels of whey protein concentrate on the physicochemical and sensory properties of muffin cake. Journal of Food Science and Technology, 8(29): 1-8. (In Persian).

[13] AACC. (2000). Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 10th Ed., Vol. 2. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN.

[14] Bárcenas, M. E. and Rosell, C. M. (2006). Different approaches for improving the quality and extending the shelf life of the partially baked bread: Low temperatures and HPMC

features of soluble and insoluble fibres on gluten-free dough rheology and bread-making. Journal of Food Engineering, 142, pp.49-56.
[24] Junaidishah, N.A.M. and Bujang, A., 2018. Effect of Maltodextrin Substitution on Physicochemical and Sensorial Properties of Malay Traditional Cake 'Bahulu'. International Journal of Engineering & Technology, 7(4.14), pp.239-243.
[25] Saedi, Z. Karajian, R. Mehraban Sang Atash, M, The effect of dried pieces of pineapple fruit on the quality characteristics of muffins. 2018. Iran Food Sciences and Industries, 16:93, 109-120. (In Persian).

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-12]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.132.16.9]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.132.211]

Journal of Food Science and Technology (Iran)

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

Application of principal component analysis (PCA) method to study the qualitative and quantitative parameters of muffin with reduced sugar containing maltodextrin and traditional ghavoot

Zolfaghari, N. [1*], Ataye Salehi, E. [2], Sheikholeslami, Z. [3]

1. Department of Food Science and Technology, Quchan Branch, Islamic Azad University, Quchan, Iran.
2. Department of Food Science and Technology, Quchan Branch, Islamic Azad University, Quchan, Iran.
3. Agricultural Engineering Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Mashhad, Iran.

ARTICLE INFO

Article History:

Received 2022/ 11/ 10
Accepted 2022/ 12/ 15

Keywords:

Reduced sugar,
Principal component analysis method,
Ghavoot,
Maltodextrin,
Muffin.

DOI: 10.22034/FSCT.19.132.211
DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.132.16.9

*Corresponding Author E-Mail:
zolfaghari.n.59@gmail.com

ABSTRACT

In this study, the principal component analysis method was used to evaluate the relationships between quantitative and qualitative parameters of muffin with reduced sugar. The principal component analysis (PCA) method is a useful tool for interpreting and finding relationships in a set of parameters with various dimensions and characteristics in each observation. This tool provides useful help in increasing the interpretability of data and multidimensional visualization of the relationship between them. In order to replace sugar, a formulation based on three levels of maltodextrin (0, 25 and 50%) and four levels of ghavoot (0, 3, 6 and 10%) was used in a completely random design.Based on the study of the principal component analysis plot, it was determined that the relationships between the studied parameters are influenced by changes in the sugar substitute formulation. Based on this, new relationships between the studied parameters on muffins are formed by changing the level and type of sugar substitute composition. The evaluation of the change in the relationship between the parameters under the influence of the replacement of maltodextrin and ghavoot in the muffin formulation with reduced sugar shows the changes made in the structural substrates and the influence of a set of parameters on each other under the applied treatment.The results of this research show the efficiency and importance of using data mining methods to create an understanding of the relationships between quantitative and qualitative parameters of baking products with changes in formulation.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-12]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.132.16.9]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.132.211]