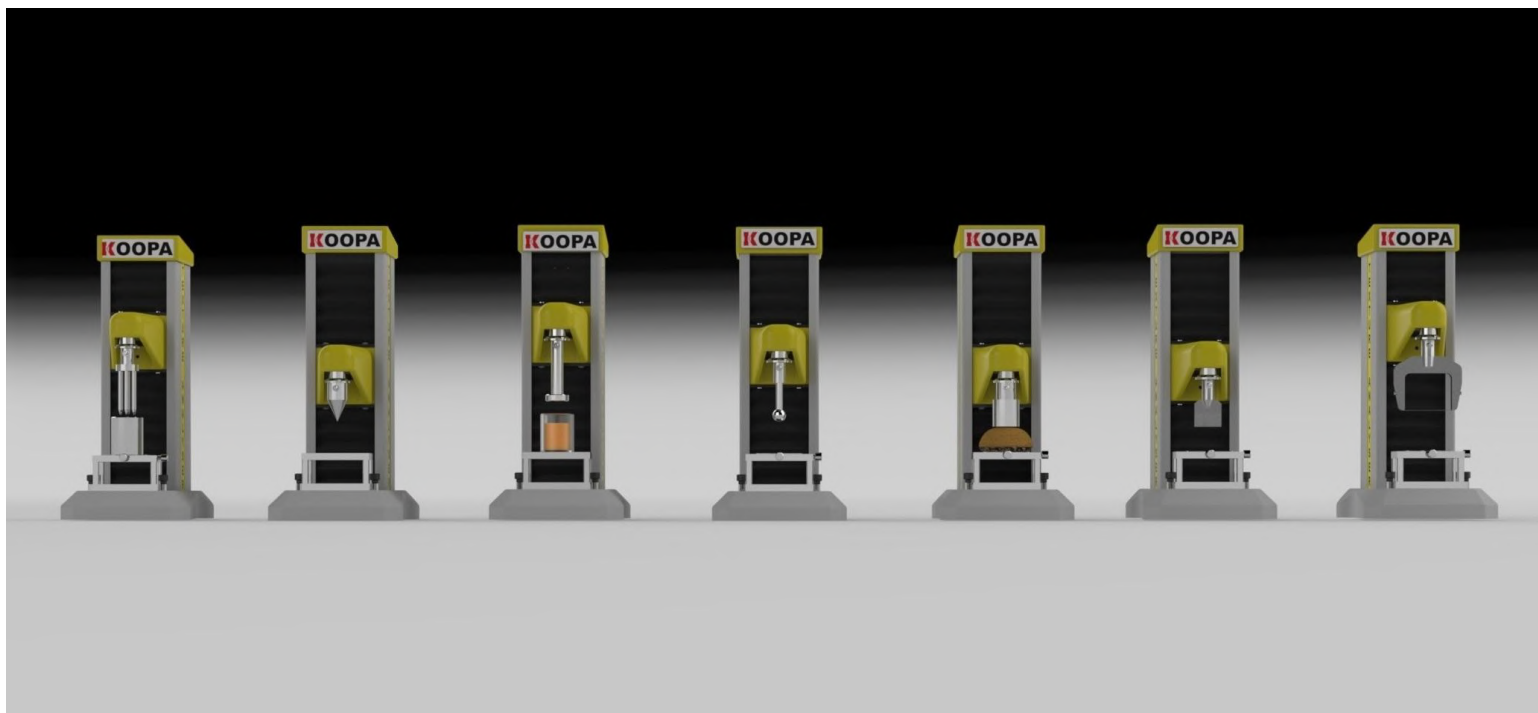


بافت سنج مواد غذایی چیست و چگونه اندازه گیری می شود



KOOPA

شرکت کوپا پژوهش تولیدکننده تجهیزات آزمون خواص مواد

(انواع سفتی سنج، تست کشش یونیورسال و تجهیزات متالوگرافی)

WWW.KOOPACO.COM

آزمون بافت تکنیکی است با سابقه طولانی که به منظور سنجش خواص مکانیکی و فیزیکی مواد خام، ساختار مواد غذایی، و نیز برای کنترل کیفی اولیه و نهایی مواد مورد توجه قرار گرفته است. آزمون بافت در رنج گسترده ای از انواع مواد غذایی، شامل محصولات پخته شده، غلات، شیرینی ها، تنقلات، لبنیات، میوه، سبزیجات، ژلاتین ها، گوشت، مرغ، ماهی، ماکارونی و حتی غذای حیوانات، کاربرد دارد. از آنجایی که بافت یک خاصیت مرتبط با حس لامسه است، می تواند بسادگی توسط روش های مکانیکی به واحدهایی مثل نیرو سنجیده شود.

در آزمون بافت مواد غذایی، آزمون های استاندارد از قبیل فشار، کشش و خمش جهت اندازه گیری سختی، شکنندگی، تردی، نرمی، فنریت، چسبندگی و دیگر خواص مواد غذایی مورد استفاده قرار می گیرد. مقایسه نتایج تحلیل بافت مکانیکی با پانل حسی شخص آموزش دیده، نشان می دهد که اندازه گیری ها همبستگی بالایی با ویژگی های مختلف حسی مرتبط با کیفیت بافت دارند.

برای محصولات طبیعی از قبیل میوه ها، سبزی ها، گوشت و ماهی، خواص بافتی را می توان به شیوه رشد و یا پرورش محصول مرتبط کرد، در حالیکه برای مواد غذایی فرآوری شده، از خواص بافتی جهت بهینه کردن فرآیند فرآوری استفاده کرد. تحلیل بافت مواد غذایی می تواند فرصت های بهبود کیفیت در سراسر زنجیره تامین و فرآیند تولید را برجسته کند. در مرحله تحقیق و توسعه مواد تشکیل دهنده جدید یا جایگزین را می توان با مواد موجود مقایسه کرد. در تولید، تجزیه و تحلیل بافت مواد غذایی برای اندازه گیری و کنترل متغیرهای فرایند مانند دما، رطوبت و زمان پخت استفاده می شود.



شکل ۱: بافت سنج دستی

در شکل ۱، نمونه ای از تستر مکانیکی دستی نمایش داده شده که برای تعیین سفتی میوه و سبزیجات مناسب است. این دستگاه از اندازه گیری نیروی مکانیکی یا دیجیتالی قابل حمل برای اندازه گیری کششی یا فشاری استفاده می کند. تستر را می توان با یک اهرم یا چرخ دستی راه اندازی کرد، و عمق سوراخ را به کمک یک شاخص دیجیتالی یا خط کش اندازه گیری نمود.

برای تست سفتی یا پیوند مربوطه، اکستروژن فشاری، تنش برشی، **تست کشش و فشار**، می توان از تستر موتوری با کنترل دستی سری Chatillon LTCM-100 استفاده کرد. این دستگاه دارای یک سوئیچ دستی یا سوئیچ پایی اختیاری برای کنترل سرعت و جهت تستر است.

به منظور تعیین پیک نیروهای بکار رفته جهت آزمون سفتی نمونه، از یک گیج نیروی دیجیتالی استفاده می شود. دقت نیرو تا 0.1% مقیاس کامل بدست می آید. این دستگاه برای آزمایشگاه QA / QC یا محیط تولید یا تحقیق مناسب است.

شکل ۲، یک **بافت سنج** مواد غذایی با عملکرد کاملا خودکار در تجزیه و تحلیل بافت را نمایش می دهد. تجزیه و تحلیل بافت مکانیکی، که با یک **بافت سنج** کالیبره، توسط نرم افزار و با استفاده از الگوریتم های اساسی اجرا می شود، تمامی عناصر وابسته به طرز فکر شخصی را از آزمایش حذف می کند. یک سیستم استاندارد شامل دستگاه پایه، سینی قطره ای، پایه آزمایش مواد غذایی و یک پروب برای آزمایشات معمولی است. سیستم درایو حلقه بسته، دستگاه را در طی آزمون بطور دقیق کنترل می کند.



شکل ۲: بافت سنج مواد غذایی

انواع تست ها

برخی از پارامترهایی که می تواند با استفاده از یک **بافت سنج** اندازه گیری شود عبارتند از: چسبندگی (adhesiveness)، جویدنیگی (chewiness)، انسجام (cohesiveness)، استحکام (consistency)، تردی (crispiness)، تراکم (crunchiness)، الاستیسیته (elasticity)، **کشش** (extensibility)، سفتی (firmness)، شکستگی (fracturability)، قدرت ژل (gel strength)، چسبندگی (gumminess)، **سختی** (hardness)، قدرت پارگی فبری

شرکت کوپا پژوهش، تولید کننده تجهیزات آزمون فواص مواد (انواع سفتی سنج، تست کشش یونیورسال و تجهیزات متالوگرافی)

(rupture strength springiness)، سفتی (stiffness)، تنش (stringiness)، تجزیه و تحلیل پروفایل بافت (TPA texture profile analysis)، سختی (toughness)، کار برای برش (work to cut)، کار برای نفوذ (work to penetrate) و کار برش (work to shear).

همه کاره بودن تکنیک تجزیه و تحلیل بافت، به دلیل در دسترس بودن بیش از ۷۰ پروب، جیگ و فیکسچر است که می توانند استفاده از یک دستگاه واحد را در ایجاد طیف متنوعی از اندازه گیری ها و در انواع کاربردهای مواد غذایی، ممکن سازند. فیکسچر Volotkevich Bite Set مثال خوبی از این ابزارهاست که چگونگی تبدیل عمل گرفته توسط انسان به یک مقدار قابل اندازه گیری را نشان می دهد. طراحی آن با الگوبرداری از نحوه برش گوشت، سبزیجات، میوه، و مواد غذایی ترد، توسط دندان است. فیکسچر فوق شامل تیغه های بالا و پایین (شکل ۳) است که آنقدر به هم نزدیک می شوند تا بهم برسند.



شکل ۳: فیکسچر Volotkevich Bite Set

نمونه بر روی تیغه پایین قرار می گیرد و مقدار پیک نیروی مورد نیاز برای گاز زدن نمونه به عنوان نتیجهی آزمون اندازه گیری می شود. نتایج به میزان رطوبت، سفتی و استحکام نمونه بستگی دارد. جهت کاربردهای مختلف، گیره ها و فیکسچرها از نظر اندازه، سطوح کارگیر، نوع کارگیر و ظرفیت در انواع مختلف موجود هستند. انتخاب اندازهی نمونه بستگی به همگن بودن نمونه دارد. مواد غذایی با حفره های بزرگ نیاز به اندازه نمونه بزرگتر از یک ماده غذایی بدون حفره دارند تا تکرارپذیری یکسان بدست آید. انتخاب فیکسچرها بستگی به نمونه دارد. چنانچه نمونه دارای سطحی صاف باشد، معمولاً از صفحات فشاری که بزرگتر از نمونه هستند، استفاده می شود. برای سطوح ناهموار، مانند میوه و سبزیجات، پروب های با قطر کوچک استفاده می شود.

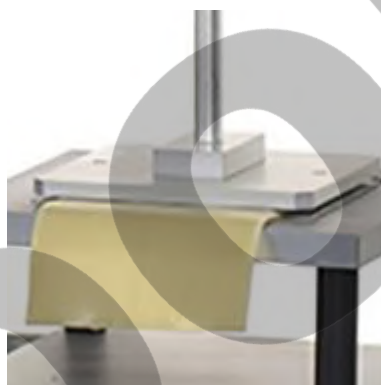
فیکسچرهای آزمون مواد غذایی

گیره ها و فیکسچرهای تجزیه و تحلیل بافت مدام توسعه می یابند تا بتوانند دامنه کاربرد بیشتری را تحت پوشش قرار دهند. بافت سنج نشان داده شده در شکل ۲ دو جیگ (Jig) تست دارد که یکی برای تجزیه و تحلیل ورق همبرگر خام است و استحکام همبرگر را اندازه گیری می کند. و جیگ دوم مقدار چسبندگی پاستا را اندازه گیری می کند. افزایش میزان تقاضای همبرگر و تلاش برای حفظ قیمت رقابتی موجب شده که ترکیب آنها به طور قابل توجهی از ۱۰۰ درصد گوشت گاو تا گوشت با کیفیت پایین که حاوی درصد زیادی از چربی ها، مواد فله، نمک و سایر مواد افزودنی است، متفاوت باشد.

جهت آزمون، برگ روی یک ورق نصب شده بر میز دستگاه که حاوی سوراخ به قطر ۲۷ میلیمتر می باشد، قرار می گیرد. به منظور اعمال نیرو به برگ، از یک پروب استوانه ای که دارای شکل مخروطی معکوس بوده و انتهای مسطح آن دارای قطر ۲۵ میلیمتر است، استفاده می شود (شکل ۴). این جیگ همچنین می تواند برای تست گوشت تازه پخته شده مورد استفاده قرار گیرد.



شکل ۴: جیگ آزمون استحکام همبرگر



شکل ۵: جیگ آزمون چسبندگی لازانیا

چسبندگی ورق های پخته شده ی پاستا مانند لازانیا به مقدار نشاسته ی ورق پاستا مربوط است که به نوبه خود به درجه حرارت و زمان پخت آن بستگی دارد. این پارامترها می توانند با اندازه گیری چسبندگی پاستاها بهینه شوند. ورق پاستای پخته شده، بین میز اصلی دستگاه و یک صفحه مستطیلی حاوی سوراخ مستطیلی سوار می شود. به منظور اعمال نیروی فشاری یکنواخت به ورق پاستا، از یک پروب مستطیلی هم اندازه با اندازه ی داخلی سوراخ مستطیلی استفاده می شود (شکل ۵). سپس نیروی مورد نیاز برای برداشت پروب اندازه گیری می شود. در صورت لزوم، ممکن است پروب در تماس با ورق پاستا برای زمانی از پیش تعیین شده قبل از خروج نگه داشته شود.

اگرچه جیگ ها برای کاربردهای خاص طراحی شده اند، وسایل جدید آزمون برای برنامه های کاربردی عمومی نیز مورد توجه هستند. مدل ۵ تیغه ایی Kramer Type Shear Cell جایگزینی برای مدل ۱۰ تیغه ایی معمولی است (شکل ۶) و برای اندازه گیری نیروی برشی و اکستروژنی از گوشت، میوه و غلات طراحی شده است، به ویژه در مواردی که نمونه ها دارای شکل و اندازه نامنظم بوده و نیروهای مورد انتظار برای مدل ۱۰ تیغه ایی قدیمی بسیار بالا باشد. Kramer Type Shear Cell شامل پنج تیغه ی موازی از جنس استیل است که از طریق اسلات های هدایت به یک ظرف مستطیلی دارای اسلاتهایی مطابق با تیغه ها، حرکت داده می شود.



شکل 6: Kramer Type Shear Cell ۱۰ تیغه

نمونه برش خورده، فشرده شده و از طریق مجراهای پایین اکستروود می شود. از آنجاییکه تیغه ها نسبت به مدل 10 تیغه از یکدیگر جداتر هستند، نیروی برش یا فشرده سازی کلی برای نمونه هایی با بافت غیر یکدست، کاهش می یابد.

کنترل نرم افزاری

در حالی که جیگ های مکانیکی و فیکسچرها طیف گسترده تری از گزینه های آزمون را ممکن می سازند، کنترل نرم افزاری بافت سنج به اپراتور امکان کنترل و پایش تمام جنبه های سیستم و تنظیم خود آزمون را می دهد. نرم افزار تجزیه و تحلیل بافت NEXYGENPlus دارای یک کتابخانه جامع از روشهای آزمون استاندارد صنعتی است که مواد غذایی، لوازم آرایشی و آزمونهای بسته بندی را با استانداردهای AACC، ASTM، DIN، EN، ISO، و دیگر استانداردها پوشش می دهد. نرم افزار همچنین قابلیت ایجاد آزمون تعریف شده توسط کاربر، جمع آوری داده ها، گزارش دهی و ارسال داده های تست، ضبط ویدئو و عکس، امنیت داده های آزمون و ردیابی حساسی، و اتوماسیون آزمون و سفارشی سازی را فراهم می سازد. آزمون استاندارد قابل تنظیم توسط کاربر می تواند برای ایجاد آزمایش های چند مرحله ای استفاده شود و به ویژه برای تجزیه و تحلیل پروفایل بافت (TPA) سودمند است که اثر دو گزش (Bite) را بر روی نمونه تکرار می کند. نرم افزار در طول آزمون، نیرو، فاصله و زمان را نشان می دهد و پارامترهایی مانند نیروی چسبندگی (adhesion force)، چسبندگی (adhesiveness)، چسبندگی (chewiness)، انسجام (cohesiveness)، استحکام (firmness)، شکستگی (fracturability)، انعطاف پذیری (gumminess)، مدول سختی (hardness modulus)، انعطاف پذیری (resilience)، انعطاف پذیری (springiness) و سختی (stringiness) را محاسبه می کند.

علاوه بر امکانات اندازه گیری قدرتمند، نرم افزار قابلیت هایی را فراهم می کند که می توانند به طور چشمگیری در ارائه و درک نتایج آزمون موثر باشد. به عنوان مثال، تصاویر ویدئویی کل تست را می توان با داده های تنش/ کرنش همگام سازی کرد و برای تجزیه و تحلیل دقیق بعد از آزمون پخش کرد. از سوی دیگر، می توان در طول آزمون عکس هایی در نقاط خاص گرفت. این عکس ها در نمودار برای سهولت تجزیه و تحلیل ثبت می شوند.

شرکت کوپا پژوهش، تولید کننده تجهیزات آزمون فواص مواد (انواع سفتی سنج، تست کشش یونیورسال و تجهیزات متالوگرافی)

علاوه بر این، دستگاه های پلاگ اند پلی خارجی مانند پروب های دما و رطوبت ممکن است به سیستم متصل شوند تا این پارامترها را در طی یک آزمایش نظارت کنند و در نرم افزار در کنار نیرو، فاصله و زمان گزارش شوند. شرایط شروع و توقف آزمون نیز ممکن است توسط این دستگاه های خارجی کنترل شوند.

کاربردهای سفارشی

علاوه بر بسیاری از آزمایشات استاندارد که از وسایل نامبرده در بالا استفاده می کنند، بسیاری از محققان تمایل به توسعه آزمایش های خود دارند. نرم افزار کنترل امکاناتی را جهت ایجاد و پیشبرد آزمون های مناسب فراهم می کند، تمام آنچه که مورد نیاز است جیگ یا فیکسچرهایی جهت نگه داشتن نمونه خاص برای آزمون مورد نظر است، که تولید کنندگان بر اساس نیاز جیگ های مخصوص را طراحی و تولید می کنند.

منابع: ametektest.com