

کاربردهای فناوری نانو در صنعت مواد غذایی



نویسنده: Tiju Joseph, Mark Morrison

مترجم: مانا رهبری

مقدمه

برگزاری همایش‌هایی با موضوع فناوری نانو، راه‌اندازی کنسرسیوم‌هایی برای مواد غذایی بهتر و سالم‌تر، همچنین بالا بردن آگاهی مردم از طریق رسانه‌ها، مؤید تأثیرگذاری فناوری نانو بر صنایع غذایی است. انواع کاربردهای نانو در این زمینه شامل بسته‌بندی‌های هوشمند، مواد نگهدارنده و مواد خوراکی تعاملی (interactive) است، که به مصرف‌کنندگان اجازه می‌دهد مواد غذایی را با توجه به ذائقه و نیاز غذایی مورد نظرشان تغییر دهند.

بیشتر غول‌های تولیدکننده مواد غذایی مانند Nestle, Kraft, Heinz و Unilever برنامه‌های تحقیقاتی مشخصی در این زمینه دارند تا بتوانند سهم بازار خود را در دهه‌های آینده حفظ کنند. این بدان معنا نیست که مواد غذایی به‌طور اتمی تغییر پیدا کنند و یا با نانو ماشین‌ها تولید شوند، زیرا آرزوی تولید غذاهای مولکولی با کمک نانو ماشین‌ها فعلاً عملی نیست.

با علم به قابلیت‌های فناوری نانو امید است، بتوان سیستم‌های فعلی فراوری مواد غذایی را تغییر داد، محصولات مطابق با فرهنگ تغذیه سالم به بازار عرضه کرد. محققان همچنین امیدوارند بتوانند با استفاده از مواد افزودنی، کیفیت مواد غذایی و هضم و جذب غذا را در بدن افزایش دهند. اگر چه بعضی از این اهداف دور از انتظار به نظر می‌رسد، اما امروزه صنایع بسته‌بندی از فناوری نانو در محصولات خود کمک می‌گیرند.

همچنین مقاومت بیشتری در برابر گرما از خود نشان می‌دهد. هدف اولیه از تولید پلاستیک‌های بسته‌بندی مواد غذایی، جلوگیری از خشک شدن محتویات آنها و محافظت در مقابل رطوبت و اکسیژن است. پوشش جدید غنی از نانوذرات سیلیکات است. این نانوذرات تا حد زیادی از نفوذ اکسیژن، گازهای دیگر و رطوبت جلوگیری می‌کنند و فساد مواد غذایی را به تعویق می‌اندازند.

سازمان‌های دیگر به کمک فناوری نانو در حال یافتن راهی برای تشخیص فساد مواد غذایی هستند. به عنوان مثال شرکت Agromicron، افشانه تشخیص دهنده نانوبیولوژیک را ساخته که شامل پروتئین لومینسانس است. در این طرح، افشانه سطح میکروب‌هایی مانند *Salmonella* و *E.coli* را پوشانده، و از خود نوری ساطع می‌کند و به این روش فساد مواد غذایی تشخیص داده می‌شود. این شرکت امیدوار است بتواند محصول مورد نظر را با نام BioMark وارد بازار کند. در حال حاضر این شرکت در حال ساخت افشانه‌هایی با روش‌های جدید است تا بتواند از آنها در حمل و نقل دریایی استفاده کند.

در راهبرد مشابه، برای اطمینان از سلامت مواد غذایی، محققان اتحادیه اروپا در پروژه Good Food از نانوحسگرهای قابل حمل برای یافتن مواد شیمیایی مضر، پاتوژن‌ها و سم‌ها در مواد غذایی استفاده می‌کنند.

با این کار، دیگر نیازی به فرستادن نمونه‌های مواد غذایی به آزمایشگاه برای تشخیص سلامت و کیفیت محصولات در کشتزارها و کشتارگاه‌ها نیست. همچنین این پروژه، در حال توسعه به کارگیری زیست تراشه‌های DNA برای کشف پاتوژن‌هاست. این روش می‌تواند در تشخیص باکتری‌های مضر و متفاوت موجود در گوشت یا ماهی و یا قارچ‌های میوه مؤثر باشد. این پروژه در نظر دارد با گسترش میکرووحسگرهای رشته‌ای، بتواند آفت‌کش‌های میوه و سبزیجات را به همان خوبی که شرایط محیطی کشتزارها را کنترل می‌کند تشخیص دهد. این نوآوری به نام حسگرهای

۱. بسته‌بندی و سلامت مواد غذایی

پیشرفت در بسته‌بندی هوشمند برای افزایش عمر مفید محصولات غذایی، هدف بسیاری از شرکت‌هاست. این سیستم‌های بسته‌بندی قادر خواهند بود پارگی‌ها و سوراخ‌های کوچک را با توجه به شرایط محیطی (مانند تغییرات دما و رطوبت) ترمیم و مصرف‌کننده را از فساد ماده غذایی آگاه سازند. فناوری نانو می‌تواند در مواردی مانند افزایش مقاومت به نفوذ در پوشش‌ها، افزایش ویژگی‌های دیواره (مکانیکی، حرارتی، شیمیایی و میکروبی)، افزایش مقاومت در برابر گرما، گسترش ضد میکروب‌های فعال و سطوح ضد قارچ کارساز باشد.

چشم‌اندازهای مالی فناوری نانو، صنایع بسته‌بندی را پررونق نشان می‌دهد. سهم بازار این صنعت در حال حاضر حدود ۱/۱ میلیارد دلار است و پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۱۰ به ۳/۷ میلیارد دلار آمریکا برسد. با این وجود، صنعت بسته‌بندی هوشمند از آنچه پیش‌بینی شده بود جلوتر رفته و نشانه‌های تکامل آن به خوبی پیداست. تحقیقات سازمان مالی Frost and Sullivan نشان داد که علاقه مشتریان به مواد غذایی سالم و تازه در بسته‌بندی‌های مناسب، موجب پیشرفت این صنعت شده است. سازمان‌های زیادی وجود دارند که در زمینه سیستم‌های بسته‌بندی هوشمند فعالیت می‌کنند، از جمله شرکت تولیدکننده مواد غذایی Kraft که با همکاری دانشگاه راتگرز در حال فعالیت روی پروژه زبان الکترونیکی (electronic tongue) است تا آن را به بسته‌بندی‌ها اضافه کند. این نوع بسته‌بندی شامل رشته‌ای از نانوحسگرهاست که نسبت به گازهایی که از مواد غذایی آزاد و موجب فساد آنها می‌شوند، به شدت حساس بوده و تغییر رنگ می‌دهند که این تغییر رنگ، علامت واضحی از سلامت یا فساد ماده غذایی است.

شرکت Bayer Polymer کیسه‌ای پلاستیکی با نام Durethan KU2-2601 تولید کرده است که از محصولات موجود در بازار سبک‌تر و محکم‌تر است،

Good Food نامیده می‌شود.

پروژه سرمایه‌گذاری شده اتحادیه اروپا به نام BioFinger که هدف آن، ساخت ابزارهای ارزان با توان تشخیص آسان در سلامت محیط زیست است، فعالیت دیگری در زمینه آنالیز مواد غذایی دارد. در ابزارهایی که از حامل (cantilever) استفاده می‌کنند، روش بدین صورت است که تیرک (Tip) با ماده شیمیایی پوشانده شده و در برخورد با مولکول‌های خاصی، سیگنال ایجاد می‌کنند. BioFinger با استفاده از این حامل‌ها که به یک میکروتراشه متصل است کوچک‌تر و قابل حمل می‌شود.

ارتش آمریکا در حال ساخت حسگرهای فوق‌العاده ای است که از آنها در مقابل حمله‌کننده‌ها به مواد غذایی استفاده می‌شود. در سیستم‌های کنونی چندین روز طول می‌کشد تا وجود پاتوژن‌ها در مواد غذایی تشخیص داده شود. تشخیص سریع پاتوژن‌ها به وسیله این حسگرها به زودی باعث فراگیر شدن این فناوری در صنعت مواد غذایی خواهد شد.

محققان دانشگاه بُن در حال ساخت پوشش‌های دفع‌کننده آلودگی برای بسته‌بندی‌ها با استفاده از اثر لوتوس (نیلوفر آبی) (قطره آب از سطح برگ‌های نیلوفر آبی می‌لغزد و در نتیجه هر موم‌های مانند نانومقیاس، سطح برگ را می‌پوشاند) هستند. کشتارگاه‌ها و محل‌های فرآوری گوشت نیز می‌توانند از این فناوری استفاده کنند. گروه تحقیقاتی دانشگاه انگلیسی لیدز دریافتند که نانوذرات اکسید منیزیم و اکسید روی باعث از بین بردن میکروارگانیزم‌ها می‌شوند. استفاده از این مواد بسیار ارزان‌تر از نانوذرات نقره است و می‌تواند کاربرد زیادی در بسته‌بندی مواد غذایی داشته باشند. فناوری شناخت فرکانس‌های رادیویی (RFID) در بیش از ۵۰ سال پیش توسعه یافت، ولی امروزه این فناوری راه خود را برای کنترل مواد غذایی در مغازه‌ها پیدا کرده است. در این فناوری با استفاده از میکروپردازشگرها می‌توان داده‌ها را به گیرنده‌های بی‌سیم ارسال کرد. امروزه می‌توان از این روش

برای کنترل اقلام غذایی از انبار تا دست مصرف‌کننده بهره گرفت. برخلاف بارکدها که نیاز به اسکن دستی و خواندن یک به یک دارند، برچسب‌های RFID نیازی به خواننده شدن خطی نداشته و امکان خواندن تعداد زیادی از آنها در یک ثانیه وجود دارد. فروشگاه‌های زنجیره‌ای مانند Wal Mart، Home Depot گروه Metro و TSCO در حال آزمایش این فناوری هستند. ضعف اصلی این روش، افزایش هزینه تولید است که نتیجه ساخت سلیکونی آن می‌باشد. با ترکیب فناوری نانو و الکترونیک (نانوترونیک) این برچسب‌ها ارزان‌تر و کاراتر شده، همچنین پیاده‌سازی آنها آسان‌تر می‌شود.

گروهی از دانشمندان شمال اروپا، کنسرسیوم نانو غذایی را با هدف توسعه کاربردهای فناوری نانو در این صنعت و با تأکید بر مواد غذایی سالم و مطمئن تشکیل داده‌اند. این مجمع، متشکل از شرکت‌های Arla Foods، Danish hus United A/S، ArDanisco A/S، Crown amba و مرکز میان رشته‌ای نانو علوم است.

با تأکید بر فراهم آوردن مواد غذایی سالم برای مشتریان، اولویت‌های این کنسرسیوم عبارت از توسعه حسگرهایی که قادر به تشخیص سریع سم در ترکیبات و یا باکتری‌های مضر در نمونه‌های غذایی باشند، گسترش سطوح ضد باکتری برای ماشین‌هایی که در تولید مواد غذایی به کار می‌روند، گسترش ساخت پوشش‌های محکم‌تر و ارزان‌تر، تولید مواد غذایی با ترکیبات خوراکی سالم‌تر می‌باشد.

تحقیقات مرکز دانمارک در بخش پژوهش‌های پیشرفته غذایی (LMC) که از همبستگی مؤسسات دانمارکی فعال در زمینه علوم غذایی تشکیل شده‌اند، برنامه‌های خود را در چارچوب هفتمین برنامه خود به صورت زیر اعلام می‌دارد:

- درک پایه‌ای از مواد غذایی و تغذیه حیوانات برای نوآوری هوشمند؛
- سیستم‌های زیست‌شناسی در تحقیقات غذایی؛

شرکت Nutralease در رژیم اشغالگر قدس، از فناوری ساختارهای مایع خودآرای نانومقیاس (NSSL) برای رسانش مواد غذایی استفاده می‌کند. این ذرات به شکل مایسل (کره‌های توخالی که از چربی ساخته شده و درون آن آب است) با قطر حدود ۳۰ نانومتر هستند. مواد خوراکی یا nutraceuticals دارای آب درونی هستند و می‌توانند برای حمل موادی مانند لیکوپن، بتا کاروتن، لوتین، فیتوسترول‌ها، CoQ10 و DHA/EPA مورد استفاده قرار بگیرند. این ذرات به ترکیبات اجازه می‌دهند که به راحتی از طریق معده وارد رگ‌های خونی شوند.

یکی از بهترین نانوایی‌ها در غرب استرالیا از نانوکپسول‌های ماهی روغن ماهی تن، در پرفروش‌ترین نان فود با نام tip-top استفاده کرده است.

بنابراین دسترسی زیستی آنها افزایش می‌یابد. این فناوری را در حال حاضر کارخانجات Shemen برای رسانش روغن فعال Canola وارد بازار کرده‌اند. این شرکت ادعا می‌کند می‌تواند جذب کلسترول را در کیسه صفرا تا ۱۴ درصد کاهش دهد.

تعدادی از شرکت‌های شیمیایی در حال تحقیق روی افزودنی‌هایی هستند که بدن به راحتی قادر به جذب آنهاست و می‌تواند عمر مفید محصولات را افزایش دهند. سازمان بین‌المللی علوم رسانش زیستی در حال توسعه نانوحلزون‌هایی با ذرات پیچشی ۵۰ نانومتری است که می‌تواند در رسانش موادی مانند ویتامین‌ها، لیکوپن و اسیدهای چرب امگا ۳ به سلول‌ها به کار گرفته شود، بدون اینکه در مزه و رنگ مواد غذایی تأثیر داشته باشد.

صنایع غذایی Kraft، گروهی محقق از ۱۵ دانشگاه

- بازرگاری زیستی در بخش محصولات غذایی؛
- پیشرفت‌های فناوری؛
- علم مواد خوراکی؛
- نوآوری‌هایی بر اساس نیاز مشتری و ارتباطات غذایی.

آنها معتقدند تمرکز روی این برنامه‌ها می‌تواند موجب دستیابی کامل و چندجانبه در تحقیقات و توسعه مواد غذایی در اروپا شود. همچنین امیدوارند از نانومواد با ویژگی‌های کاربردی به منظور استفاده در نانوحسگرها و فناوری نانوسیالات در صنایع غذایی استفاده کنند. پیشرفت در مواد بسته‌بندی هوشمند، امکان کنترل شرایط محصولات در طول حمل و نقل و استفاده از روش‌های بسته‌بندی مبتنی بر زیست‌شناسی را برای ما مهیا می‌سازد.

۳. فناوری مواد غذایی

فناوری نانو علاوه بر بسته‌بندی، تأثیر زیادی روی گسترش مواد غذایی کاربردی و تعاملی دارد؛ موادی که به نیازهای بدن پاسخ داده، می‌توانند در رسانش مواد غذایی مؤثر باشند. گروه‌های تحقیقاتی مختلفی در حال کار روی ساخت مواد غذایی جدید بر اساس تقاضا هستند. این مواد به صورت غیر فعال در بدن باقی می‌مانند و مواد غذایی را در صورت نیاز به سلول‌ها می‌رسانند. عنصر کلیدی این بخش، توسعه نانوکپسول‌هایی است که با استفاده از آنها در مواد غذایی می‌توان کار رسانش را به خوبی انجام داد. از پیشرفت‌های دیگر در فناوری مواد غذایی، افزودن نانوذرات به مواد خوراکی برای افزایش جذب آنها در بدن است.

یکی از بهترین نانوایی‌ها در غرب استرالیا در استفاده از نانوکپسول‌هایی که شامل روغن ماهی تن (منبع غنی از اسیدهای چرب امگا ۳) بوده‌اند؛ موفق بوده است. این مرکز از نانوکپسول‌ها در پرفروش‌ترین نوع نان خود به نام tip-top استفاده می‌کند و این ذرات فقط هنگامی باز و شکسته می‌شوند که وارد معده شوند، به این ترتیب از مزه ناخوشایند روغن ماهی جلوگیری می‌شود.

کرمی است که به وسیله پوست جذب شده و ویتامین E را به آرامی آزاد کند، به علاوه دارای ماده محافظ UV نیز باشد. در حال حاضر کرم‌های شفاف ضد UV در بازار موجود است و L'Oréal انتظار دارد این کرم با کاربردهای بیشتری بازار را در برگیرد.

رقیبان دیگر مانند Estee Lauder در حال ساخت فرمول‌های ضد پیری هستند که از نانوذرات تشکیل شده است. شرکت آمریکایی Oilfresh محصول نانوسرامیکی جدیدی وارد بازار کرده که مصرف روغن را در رستوران‌ها و غذاهای آماده به نصف کاهش می‌دهد. در نتیجه این تغییر بزرگ، از اکسید شدن محصولات به دلیل چربی‌های درون روغن جلوگیری می‌شود. مورد

دیگر این است که روغن سریع‌تر داغ شده و انرژی مورد نیاز برای پخت کاهش می‌یابد.

اخیراً دانشگاه واخینگن در هلند مرکز تحقیقاتی را تأسیس کرده که در حال کار روی کاربرد فناوری نانو در صنایع غذایی است. مرکز بیوفناوری واخینگن روی موضوعات مختلفی از جمله تشخیص کیفیت و سلامت غذا،

پوشش‌دار کردن و رسانش مواد غذایی، میکرو و نانو ابزارهایی برای پردازش‌های شیمیایی و فیزیکی، زیست‌شناسی شیمیایی، نانو سم‌شناسی؛ بررسی فناوری و علم مشتری متمرکز شده است.

شرکت آلمانی Aquanova در حال توسعه فناوری جدیدی است که در آن دو ماده فعال را با هم ترکیب کرده و در کاهش چربی از طریق نانوحامل‌ها (کره‌های تو خالی با قطر ۳۰ نانومتر) استفاده می‌کند. این نوآوری می‌تواند دستیابی جدیدی در کنترل وزن باشد. شرکت NovaSOL Sustain از CoQ10 برای کاهش چربی اسیدهای alpha-lipoic برای رفع گرسنگی استفاده

مختلف را تشکیل داده است تا با کمک فناوری نانو در مورد غذاها تحقیق کند. این مورد به مصرف کنندگان اجازه می‌دهد تا بین رنگ‌ها و طعم‌های مختلف انتخاب کنند. این مجمع همچنین روی توسعه مواد غذایی هوشمند با کمک نانوحسگرها، که باعث آزاد سازی تدریجی مواد غذایی می‌شود فعالیت می‌کند. این نانو کپسول‌ها با مواد غذایی ترکیب می‌شوند ولی تا زمان مناسب، غیر فعال باقی می‌مانند. تمامی پیشرفت‌های جدید موجب می‌شود مفهوم مواد غذایی کامل به واقعیت نزدیک شود و انتظار می‌رود تا فواید دیگری در زمینه انرژی، عملکردهای تشخیصی، کاربردهای ایمنی بهتر و توسعه محصولات ضد پیری برای مصرف کنندگان وجود داشته باشد.

شرکت Unilever در حال

تولید بستنی‌های کم چرب با

کاهش ذرات امولسیون است.

با این عمل میزان چربی تا ۱۶

درصد کاهش می‌یابد.

امروزه از فناوری نانو در صنایع آرایشی مانند ساخت کرم‌های شفاف استفاده می‌شود. شرکت Royal BodyCare، که از فناوری نانو علوم غذایی استفاده می‌کند محصول جدیدی با نام NanoCeuticals را وارد بازار کرده، که امولسیون‌های ذرات با قطر کمتر از ۵ نانومتر است. این شرکت ادعا می‌کند این محصول،

رادیکال‌های آزاد را جمع‌آوری کرده، آب‌رسانی را بالا برده و pH بدن را تنظیم می‌کند. این شرکت همچنین در حال توسعه نانو خوشه‌ها و پودرهای نانومقیاسی است که با مکمل‌های غذایی ترکیب می‌شوند و هنگام مصرف، قدرت جذب مواد غذایی را در بدن افزایش می‌دهند.

شرکت‌های مواد غذایی و آرایشی در همکاری با یکدیگر به دنبال سازوکاری جدید برای رسانش ویتامین‌ها و جذب مستقیم آنها از پوست هستند. به عنوان مثال شرکت Nestle که ۴۹ درصد از سهام شرکت L'Oréal را داراست در حال ساخت کرم ضد آفتاب شفاف است که ویتامین E را مستقیم به پوست می‌رساند. هدف، ساخت

ضدمیکروبی جدید و کیف‌های پلاستیکی دفع کننده آلودگی، پیشرفت چشمگیری در اطمینان از سلامت و امنیت غذاهای بسته بندی داشته اند. اگرچه توجه زیادی به کاربرد فناوری نانو در صنایع غذایی و محصولات موجود در بازار شده است، اما هنوز هم توانایی های استخراج نشده بسیاری مانند آنچه قبلاً در بحث دستکاری ژنتیکی عنوان شد وجود دارد.

مؤسسه علوم و فناوری غذایی انگلستان، در گزارشی نشان داده است که داده های مطمئن بیشتری مورد نیاز است تا بتوان نانوذرات را به مواد غذایی اضافه کرد. این گزارش اشاره می کند که قوانین جاری، شرکت ها را برای برچسب زدن روی اقلامی که شامل نانوذرات است مجبور نمی کند، بنابراین بعید است مشتریان بتوانند از وجود این مواد در اقلام غذایی مطلع شوند. گفته می شود برای ارزیابی سلامت این دسته از مواد غذایی باید به تأثیرات اندازه ذرات در کنار نوع ترکیبات توجه شود.

گروه ETC همچنین برخی شرکت های مهم و دانشگاه های فعال را به تلاش برای به انحصار درآوردن غذاهای جدید (از طریق ثبت اختراع) متهم کرده است؛ زیرا این کار می تواند برای بسیاری از شرکت های مبتکر در کشورهای در حال توسعه، مانع ایجاد کند.

سرانجام روزی خواهد رسید که مواد غذایی را از ترکیبات اتمی و مولکولی بسازیم که در اصطلاح به آن تولید مواد غذایی مولکولی گفته می شود. امروزه برخی گروه های تحقیقاتی در حال بررسی این زمینه هستند، ولی هنوز با روش بالا به پایین، استفاده از سلول ها بیش از مولکول هاست. اگرچه استفاده کاربردی از این فناوری در آینده دور امکان پذیر است، اما انتظار می رود این پیشرفت بتواند راه را برای گسترش پردازش محصولات غذایی مؤثرتر و ماندگارتر باز کند که در این صورت مواد خام کمتری مصرف شده و غذاهایی با کیفیت بالاتر به دست می آید.

منبع: www.nanoforum.org

می کند. همچنین این فناوری برای تولید ویتامین هایی مانند SoluE که از دسته ویتامین های E است و همچنین SoluC که از دسته ویتامین های C است استفاده می شود.

در یک راهبرد متفاوت، شرکت Unilever در حال تولید بستنی های کم چرب با کاهش ذرات امولسیون است. با این عمل امید است که استفاده از این ذرات، میزان چربی را تا ۱۶ درصد کاهش دهد. مرکز بین المللی Woodrow Wilson، مؤسسه بورس تحصیلی در آمریکا، پایگاه داده ای از مشتریان بازار فناوری نانو تشکیل داده و به زودی ۱۵ مورد را که ارتباط مستقیم با صنایع غذایی دارند اعلام می کند. این فهرست شامل nanocetical های تولیدی شرکت Life Science، RBC، و روغن فعال Canola صنایع Shemen و نانوذرات نقره استفاده شده در یخچال های شرکت LG می باشد.

۴. جمع بندی

امروزه بسیاری از کشورهای جهان به توانایی فناوری نانو در صنایع غذایی پی برده اند و در حال سرمایه گذاری قابل توجهی در این راه هستند. مؤسسه استاندارد مواد غذایی انگلستان (FSA) تحقیقاتی برای دستیابی به توانایی استفاده از فناوری نانو در غذا و مشخصاً بسته بندی مواد غذایی ترتیب داده است. همزمان دولت این کشور نیز بودجه بیشتری برای تحقیق و توسعه در زمینه غذاهای کاربردی، سیستم های رسانش مواد غذایی و شیوه های بهینه سازی ظاهر غذا مانند رنگ، مزه و غلظت در نظر گرفته است.

با افزایش تأثیرات فناوری نانو بر صنایع غذایی و ورود این محصولات به بازار مصرف، اهمیت سلامت این دسته از مواد غذایی بیشتر مطرح می شود. این نیاز، پذیرش فناوری نانو را در کاربردهای حسی، قوی تر خواهد کرد، و از همین راه می توان به سلامت مواد غذایی پی برد. مانند نوعی فناوری که نزدیک بودن تاریخ انقضای مواد غذایی را به خریداران و فروشندگان هشدار می دهد. پوشش های