

مروری بر کاربردهای صنعتی پلاسمای سرد در صنایع غذایی و بسته‌بندی

ویرایش دوم



- افزایش زمان ماندگاری محصولات غذایی و کشاورزی
- از بین بردن آفات بذرها و محصولات کشاورزی
- آشکارسازی سریع میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا
- تغییر خصوصیت چربی‌دوستی و چربی‌گریزی سطوح

- کاهش بار میکروبی مواد غذایی
- افزایش جوانه‌زنی بذر
- عامل‌دار کردن سطوح بسته‌بندی مواد غذایی
- سم‌زدایی و از بین بردن آفت‌کش‌ها از سطوح مواد غذایی

چالش‌ها

مصرف، آماده‌سازی و ذخیره‌سازی مواد غذایی به صورتی ایمن و فاقد آلودگی‌های زیان‌بخش با حفظ مواد مغذی یکی از مهم‌ترین حیطه‌ها در زمینه حفظ سلامتی و بهداشت می‌باشد. مصرف میوه‌ها و سبزی‌ها مخصوصاً به شکل خام و با حداقل پردازش به عنوان منابع پر اهمیت در سبد غذایی جوامع، لزوم توسعه روش‌هایی مطمئن و کارآمد در پردازش، نگهداری، بسته‌بندی و توزیع مواد غذایی را افزون می‌کند.

از سوی دیگر در بخش کشاورزی استفاده از فن‌آوری‌های پیشرفته و کارآمد به منظور افزایش بهره‌وری و کسب موقعیت اقتصادی بهتر بخصوص در ایران که با مشکل کمبود آب و دیگر نهاده‌ها مواجه است، ضرورتی اجتناب‌ناپذیر به شمار می‌رود.

پلاسمای سرد به عنوان تکنیکی نوین می‌تواند در عرصه‌های مختلفی از صنایع غذایی و کشاورزی با ارائه راهکارهای مناسب و کارآمد گامی مؤثر در جهت ارتقاء اهداف این صنایع بردارد.



ویژگی‌های پلاسمای سرد در صنایع غذایی، کشاورزی و بسته‌بندی

از ویژگی‌های پلاسمای سرد می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- اصلاح سطح مواد (بذر، خشکبار و گیاهان دارویی) بدون تخریب حرارتی و بدون تغییر مورفولوژی ذاتی مواد
- میزان اثرگذاری بالا و طولانی مدت
- سادگی در به کارگیری فرآیند
- فرآیندی خشک و بدون استفاده از مواد شیمیایی سمی و یا آلوده‌کننده
- صرفه‌جویی در مصرف آب و انرژی
- امکان تیمار سطوح در فشار کم یا فشار محیط (اتمسفری)
- دارای استاندارد زیست‌محیطی بسیار بالا
- کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای، صرفه‌جویی در زمان، کاهش هزینه‌های مواد و انرژی

معرفی



به تازگی در میان روش‌های متعددی که در صنایع غذایی مورد استفاده و توجه قرار می‌گیرند، پلاسمای سرد تکنیکی نوین، دوست‌دار محیط‌زیست و اقتصادی است که افق‌های امیدبخشی را برای بهبود کیفیت محصولات و خدمات در این حوزه ارائه داده است.

غالباً پس از جامد (خاک)، مایع (آب) و گاز (باد) از پلاسما (آتش) به عنوان عنصر چهارم طبیعت یاد می‌شود. پلاسما مجموعه‌ای از یون‌ها، الکترون‌ها، اتم‌های خنثی، رادیکال‌ها و گونه‌های برانگیخته است که با اعمال اختلاف ولتاژ بین دو الکترود تولید می‌شود. این تکنیک امروزه کاربرد فراوانی در بسیاری از شاخه‌های دانش و فناوری یافته است. در بین انواع پلاسما، پلاسمای سرد به علت کار در دمای پایین (حدود دمای اتاق) در کاربردهای بیولوژیکی و صنایع غذایی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.



کاربردهای صنعتی و تجاری شده پلاسمای سرد در صنایع غذایی، بسته‌بندی و کشاورزی



امروزه رشد جمعیت و اهمیت تولید غذای سالم لزوم یافتن راه‌هایی نوین در صنایع غذایی و کشاورزی را عیان ساخته است. بسیاری از کشورها بر بکارگیری و گسترش کاربرد پلاسمای سرد در صنایع غذایی، کشاورزی و صنایع وابسته به آن سرمایه‌گذاری کرده‌اند. افزایش روز افزون و چشمگیر مطالعات، طرح‌های تحقیقاتی و تجاری در سال‌های اخیر بر موضوعات متعدد مربوط به این حوزه دلیل روشنی بر این مدعاست. تأثیر پلاسمای سرد در غیرفعال‌سازی میکروارگانیسم‌ها، تغییر خصوصیات سطحی مواد، ایجاد محیط شیمیایی فعال در پلاسمای سرد و برهم‌کنش آن با سطح مواد از جمله قابلیت‌های پلاسمای سرد است که سبب اقبال دست‌اندرکاران و شرکت‌های فعال در این حوزه برای استفاده از پلاسمای سرد در صنایع غذایی، بسته‌بندی و کشاورزی شده است.

در سال ۲۰۰۶ مجموعه‌ای متشکل از سی شرکت اروپایی طی پروژه‌های تحت حمایت مالی اتحادیه اروپا (NovelQ) پلاسمای سرد به عنوان راه‌حلی نوآورانه در تولید و توزیع مواد غذایی سالم و با کیفیت بالا معرفی کرده و آن را در از بین بردن میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا از سطح مواد غذایی، روشی برای ضدعفونی سطح و افزایش ماندگاری در صنایع غذایی مؤثر دانسته‌اند.

اصلاح بذرهای کشاورزی به واسطه تیمار پلاسمایی

شرکت روسی Plasmas از سال ۱۹۹۴ تحقیقات خود را در زمینه افزایش بهره‌وری و نرخ جوانه‌زنی بذر آغاز نموده است و از سال ۱۹۹۵ اقدام به تولید و فروش تجاری بذرهای اصلاح شده متنوعی با بهره‌گیری از فناوری پلاسمای سرد کرده است.



شرکت Plasmas برای بهبود کیفیت رشد دانه‌های سبزیجات، علوفه، غلات و حبوبات دستگاهی مبتنی بر فن‌آوری پلاسمای سرد فرکانس بالا و فشار پایین (توان ۱۰ کیلووات و فرکانس ۴۰ مگاهرتز) ارائه داده است. این شرکت مواردی شامل

- سلامت بیشتر دانه و غلات و امکان ذخیره‌سازی طولانی مدت؛
- افزایش بهره‌وری سبزیجات، علوفه، غلات؛
- بهبود کیفیت و ارزش غذایی محصول - افزایش محتوای ویتامین‌ها، پروتئین‌ها و... در میوه و اندام‌های گیاهی که از لحاظ اقتصادی ارزشمند است؛
- کاهش نرخ کاشت بذر و کاهش و یا حتی به طور کامل حذف استفاده از مواد شیمیایی - قارچ‌کش، علف‌کش‌ها، آفت‌کش‌ها، حشره‌کش‌ها؛
- اقتصادی بودن؛
- رویارویی با چالش‌های امنیت غذایی؛

را از جمله مزیت‌های پردازش دانه‌ها با پلاسمای سرد می‌شمارد.



▲ تصویر دستگاه شرکت Plasmas با توان ۱۰ کیلووات



میزان اثر پلاسما بر چند فاکتور بذر

- ظرفیت جوانه‌زنی بذر ۱۰ تا ۵۰ درصد و حتی بیشتر بهبود می‌یابد (در مورد تمام بذرهای سبزیجات، محصولات علوفه‌ای و گیاهان روغنی دارویی).
- انرژی سبز شدن و رشد بذر ۱۰ تا ۴۰ درصد بهبود می‌یابد.
- ظرفیت باردهی گیاهان ۲۰ تا ۵۰ درصد و بیشتر از آن بهبود می‌یابد (تحت شرایط وجود ماشین‌آلات کشاورزی خوب، بهره‌وری گوجه‌فرنگی‌ها ۴۰۰ تا ۶۰۰ درصد بهبود یافت).
- گیاهان جرم سبز علوفه‌ای ۲۰ تا ۵۰ درصد افزایش می‌یابد.
- نرخ بیماری گیاهان ۳۰ تا ۵۰ درصد و بیشتر کاهش می‌یابد.
- در برگ‌ها و سبزیجات و محصولات علوفه‌ای محتوای اسید اسکوربیک (۳۰ تا ۶۰ درصد)، پروتئین (۱۰ تا ۱۵ درصد)، قند (۳۰ تا ۷۰ درصد)، اسید آلی (۲۰ تا ۷۰ درصد)، نیتروژن، فسفر و پتاسیم (۱۵ تا ۴۰ درصد) افزایش خواهند داشت.



▲ نمونه‌هایی از پردازش دانه گیاهان مختلف توسط پلاسما (چپ) محصول بدون پردازش (راست) محصول پردازش شده^۱.



▲ نتایج تحقیق و توسعه شرکت در شرکت Dr. Seed Company, Ltd برای اثر پلاسما بر جوانه‌زنی، میزان رشد و مقاومت در برابر خشک‌سالی محصولات.

شرکت هندی، Dr. Seed Company, Ltd

که در زمینه تولید، توسعه، بازاریابی،

واردات و صادرات دانه‌های گیاهی به

کشورهای مختلف دنیا در آفریقا، اروپا،

آمریکای لاتین فعالیت گسترده‌ای دارد، راه‌حلی برای بر اساس

فن‌آوری‌های نوین از جمله پلاسما را برای افزایش بازده

محصولات کشاورزی در چرخه تولید معرفی می‌کند.



▶ دستگاه ساخته شده

در شرکت Dr. Seed

Company, Ltd برای بهبود

بازده محصولات کشاورزی



نوع محصول	افزایش بازدهی (%)
ذرت، جو، برنج، گندم	۸-۱۲
سویا، بادام زمینی	۱۰-۱۵
سبزیجات	۱۵-۲۵

این شرکت میزان افزایش محصول را برای گیاهان مختلف تحت تأثیر پلاسما مطابق جدول روبرو برآورد کرده است؛

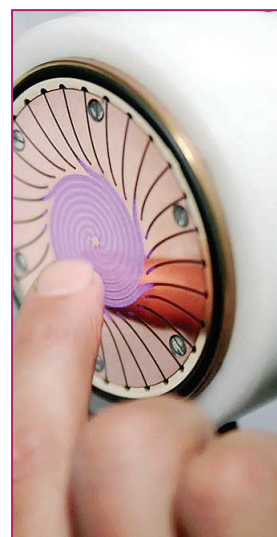


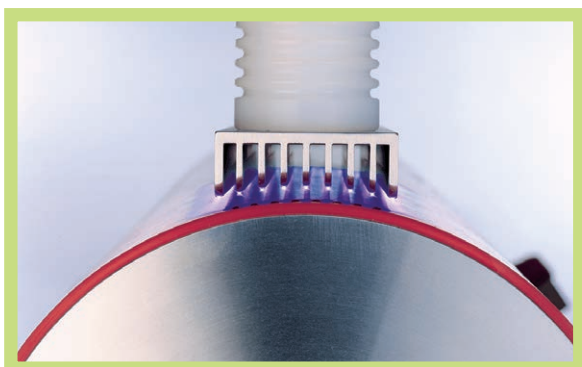
میکروبی زدایی سطوح مواد غذایی

پلاسمای سرد با یک فرآیند غیرحرارتی می تواند سبب کاهش بار میکروبی از سطح مواد خام کشاورزی و فرآوری شده شود. پلاسما به واسطه حضور ذرات باردار الکترون و یون، اشعه فرابنفش، رادیکال های آزاد و گونه های فعال شیمیایی می تواند سبب تغییراتی را در دیواره سلولی، مورفولوژی و یا خصوصیات ژنتیکی میکروارگانیسم ها شود و باعث مرگ آنها گردد. Anacail، یک شرکت وابسته به دانشگاه گلاسکو استفاده از ازن تولید شده در محیط پلاسمای سرد در داخل بسته بندی های میوه تازه تکنیکی سریع و ایمن را برای کاهش بار میکروبی آنها و افزایش زمان ماندگاری توسعه داده است. این روش در زمانی بسیار کوتاه (حدود ۰/۶ ثانیه) کاهش ۲ تا ۳ مرتبه ای در میزان باکتری ها را نشان داده است.



شرکت Wageningen UR - FBR از پلاسمای RF برای استریل کردن داخل ظروف PET بهره گرفته است.





بهبود قابلیت چاپ پذیری بسته‌بندی

استفاده از پلاسمای کرونا برای چسبندگی در فیلم‌های پلاستیکی و یا ورقه‌های فلزی پیش از چاپ، لمینیت و یا پوشش ضروری است. این روش می‌تواند به عنوان تکنیکی بسیار موثر و مقرون به صرفه در خط تولید به کار گرفته شود.

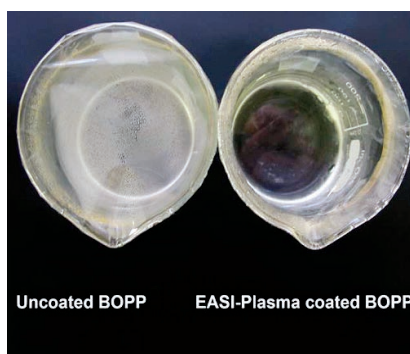
شرکت vetaphone با استفاده از پلاسمای کرونا چسبندگی در فیلم‌های پلاستیکی و یا ورقه‌های فلزی پیش از چاپ، لمینیت و یا پوشش را افزایش داده است. این روش می‌تواند به عنوان تکنیکی بسیار موثر و مقرون به صرفه در خط تولید به کار گرفته شود.

شرکت plasmatrear از فناوری پلاسمای سرد با عنوان Openair®Plasma برای افزایش چاپ‌پذیری درب بطری‌ها و بسته‌بندی مواد غذایی استفاده نموده است.

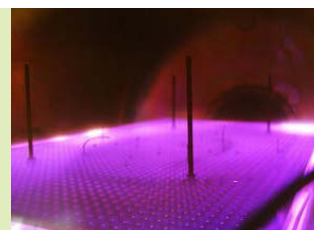
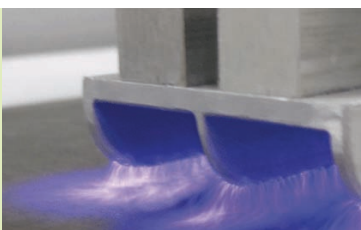
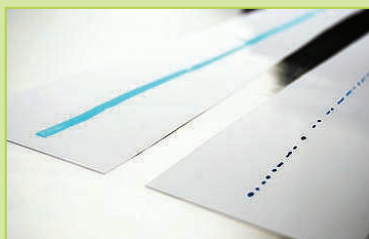


بسته‌بندی‌های ضد تعریق

شرکت فرانسوی CPI با همکاری شرکت vetaphone فن‌آوری جدید و پیشرفته EASI برای تغییر خصوصیات سطح توسط پلاسمای سرد را برای خرید در دسترس قرار داده است. با استفاده از این فن‌آوری طیف گسترده‌ای از تغییرات در خصوصیات سطح مانند لایه‌نشانی، خواص ضد تعریق، آبدوست کردن و آب‌گریز کردن سطح امکان‌پذیر است.



تغییر خصوصیت آبدوستی و آب‌گریزی سطوح



افزایش چسبندگی

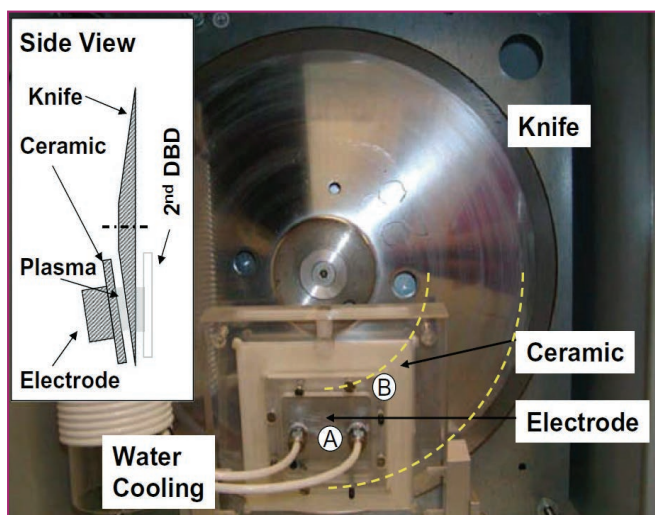
شرکت BOBST PLASMA TREATER با بیش از ۱۲۰ سال تجربه ماشین آلات، راه حل ها و تخصص فنی در زمینه تامین کارتن تاشو از تکنولوژی پلاسما برای بهبود کیفیت چسب بر روی فلز گالوانیزه، روکش و جعبه های پلاستیکی و کاهش مصرف چسب در بسته بندی ها استفاده می کند.



شرکت مواد غذایی Kronos از مشتریان شرکت plasma treat است که فناوری Openair® Plasma Generator و پلاسمای سرد را در فرآیند بسته بندی و چسباندن پوشش امنیتی دور بسته بندی مواد غذایی به خدمت گرفته است.

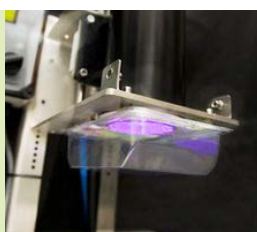
استریل ابزار آلات و ماشین آلات

در یک مطالعه از پلاسمای سرد برای میکروب زدایی سطح چاقوی دوار در حین کار برای کاهش انتقال میکروب استفاده شده است.



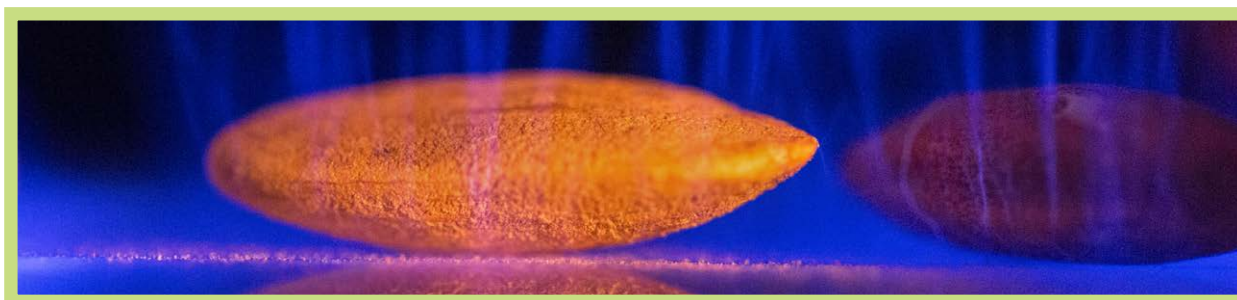
نشاندن پوشش بر سطوح ظروف بسته بندی مواد غذایی برای کنترل انتقال گازها

عمر مفید نوشابه در بطری پلی اتیلن ترفتالات (PET) تا حد زیادی به خواص گذردهی PET بستگی دارد. اگر نشئت CO_2 از بسته بندی محدود شده و یا از نفوذ اکسیژن را از خارج جلوگیری شود عطر و طعم و کیفیت نوشابه تغییر نخواهد داشت. شرکت plasmatreat با استفاده از فرآیند نوآورانه و مقرون به صرفه PlasmaPlus® و با اعمال یک پوشش نانویی در هر دو در داخل و خارج از بسته بندی به این هدف دست یافته است.



تجربه‌های موفق استفاده از پلاسمای سرد در صنایع غذایی و کشاورزی در ایران

خوشبختانه در ایران نیز گروه‌های علمی و صنعتی بر روی این حوزه کاربردی - صنعتی تمرکز و سرمایه‌گذاری نموده‌اند.

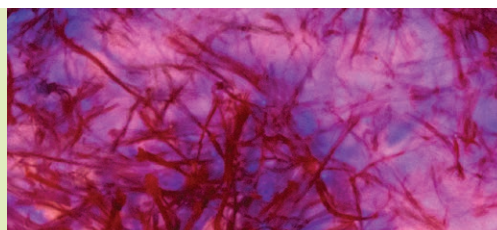


شرکت دانش‌بنیان رضوان DBR™

کاهش بار میکروبی گیاهان دارویی، خشکبار و زعفران

گیاهان دارویی: گیاهان دارویی به سبب محیطی که در آن رشد می‌کنند قابلیت میزبانی بالایی از آلودگی‌های میکروبی را دارند و مأوای قارچ‌ها، باکتری‌ها، ویروس‌ها هستند و متأسفانه در بعضی موارد باقی مانده سموم کشاورزی هم گزارش شده است. شرکت دانش‌بنیان رضوان (DBR) طی سال‌های متمادی با همکاری جمعی از متخصصان حوزه گیاهان دارویی با هدف حل این معضل فراگیر و ارتقاء کیفیت گیاهان دارویی کشور بر اساس استانداردهای WHO سیستم پلاسمایی مدل حسنا ۳۰۰ که مبتنی بر فناوری پلاسمای سرد (فشار پایین و در فرکانس ۸ مگا هرتز) به ظرفیت ۳۰۰ کیلوگرم در ساعت را ارائه داده است و هم اکنون در حال خدمات به صادرکنندگان این حوزه می‌باشد.

خشکبار: با توجه به اینکه صادرات خشکبار یکی از عمده‌ترین اقلام صادرات غیر نفتی کشور محسوب می‌شود لذا کاهش بار میکروبی، بخصوص کپک اسپارژیلوس که منجر به تولید سم مهلک افلاتوکسین در خشکبار می‌گردد را می‌توان بعنوان یکی از اولویتهای مهم اقتصادی برشمرد.



شرکت دانش بنیان رضوان با استفاده از سیستم پلاسمایی موفق به کاهش بار میکروبی خشکبار در حد مجاز استانداردهای اروپا و ژاپن گردیده است.

زعفران: شرکت دانش بنیان رضوان با استفاده از سیستم های پلاسمایی مدل اسماء ۱۰۰ (فشار پایین و فرکانس ۲۰ کیلو هرتز) به ظرفیت ۱۵ کیلو گرم در ساعت موفق به کاهش بار میکروبی زعفران در حد استاندارد اروپا با حفظ مواد موثره (از قبیل کروسین، کروسیتین، سافرانال گردیده) و هم اکنون در حال خدمات به یکی از معتبرترین برندهای صادراتی کشور می باشد.

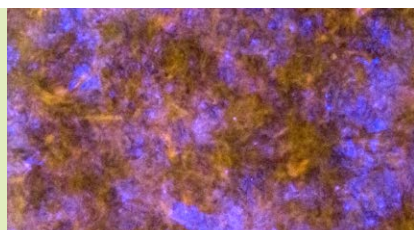
اصلاح بذرهای کشاورزی

تامین بذر سالم و اصلاح شده بدون تغییرات ژنتیکی اهمیت بی بدیلی در تامین امنیت غذایی، حفظ محیط زیست، افزایش عملکرد در واحد سطح و مقابله با کم آبی در کشور را دارا می باشد. بدین منظور شرکت دانش بنیان رضوان (DBR) از سال ۱۳۸۹ تحقیقات وسیعی با همکاری اساتید بذور کشاورزی به عمل آورده و در نهایت دستگاه پلاسمایی مدل حسنا ۷۰۰ که مبتنی بر فناوری فرکانس بالا و فشار پایین (توان ۱۲ کیلووات و فرکانس ۴۰ مگا هرتز) در دمای محیط به ظرفیت ۳۰۰ کیلو گرم در ساعت ارائه داده است. این شرکت میزان افزایش محصول را برای گیاهان مختلف تحت تأثیر پلاسما مطابق جدول زیر برآورد کرده است:

نام محصول	افزایش عملکرد در واحد سطح %
غلات (ذرت، جو، گندم)	۱۵-۱۰
صیفی و سبزیجات (پیاز، فلفل، کاهو، بامیه، چغندر)	۳۰-۱۸
دانه های روغنی (کلزا، پنبه، سویا)	۱۸-۱۲
گیاهان علوفه ای (ذرت علوفه ای، شبدر، یونجه)	۴۵-۳۰
گیاهان دارویی (پیاز زعفران، گل راعی، نعنا فلفلی، گل مغربی)	۲۵-۲۰



▲ سمت راست تصویر: بدون پیش پردازش پلاسمایی، سمت چپ تصویر: پردازش پلاسمایی با متغیرهای مختلف



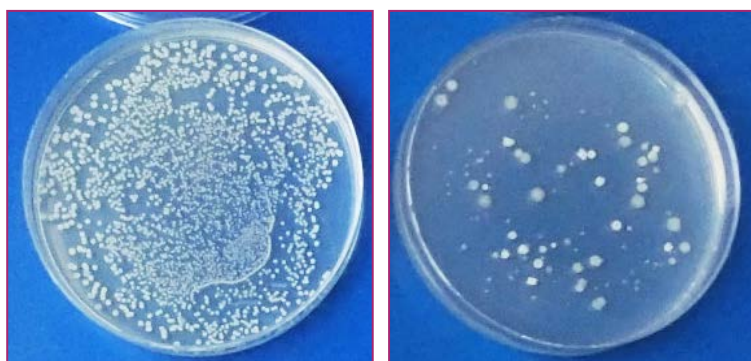


شرکت کاوش یاران فن پویا

شرکت کاوش یاران فن پویا، دستگاه‌های مدل Enhancedtech-16I و Plasmatech-15A را برای تحقیقات صنایع غذایی طراحی و آماده به کار نموده است. در دستگاه Enhancedtech-16I، حالت‌های مختلف تولید پلاسمای سرد برای یافتن شرایط بهینه برای کاربرد در صنعت تعبیه شده است. امکان تغییر فاصله الکترودهای مولد پلاسما تا اندازه حدود ۳ سانتی‌متر، قابلیت تولید پلاسما در فرکانس‌های مختلف، قابلیت تغییر دامنه ولتاژ، قابلیت تعیین زمان تیمار به صورت تناوبی و پیوسته برخی از امکانات این دستگاه است که شرایط را برای تعیین میزان کارایی پلاسما سرد تولید شده در کاربردهای صنایع غذایی فراهم می‌کند. دستگاه Plasmatech-15A با تولید پلاسمای سرد با دمش گاز یونیزه پلاسما قابلیت پوشش سطح مواد غذایی و پردازش آن‌ها را برای اهداف مختلفی چون کاهش بار میکروبی، سم‌زدایی و جوانه‌زنی و... را مهیا می‌کند.



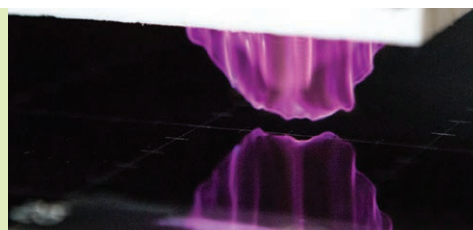
▲ تصاویر دستگاه الف) Enhancedtech-16I مولد پلاسمای سرد اتمسفری برای تحقیقات صنایع غذایی و ب) Plasmatech-15A



▲ کاهش بار میکروبی سبزی خشک نعنای تحت تأثیر پلاسما؛ (سمت چپ) نمونه کنترل و (سمت راست) نمونه تیمار شده

تحقیقات در حوزه کاهش بار میکروبی خشکبار

شرکت کاوش یاران فن پویا، کاهش بار میکروبی سبزیجات خشک شامل شوید و نعنای خشک و ادویه‌جات مانند زردچوبه توسط پلاسمای سرد اتمسفری، تا حدود ۲ لوگ در نتایج اولیه بررسی مشاهده نموده است. کاهش بار میکروبی توسط سیستم Enhancedtech-16I است.



افزایش جوانه‌زنی بذر



با مولد پلاسمای سرد اتمسفری برای بذر عدس تحت تأثیر پلاسمای حاصل از دستگاه Plasmatech-15A به اندازه ۱۰٪ حاصل گردید. شکل زیر تأثیر گذاری پلاسما در افزایش جوانه‌زنی دانه کلزا را به تصویر می‌کشد. افزایش جوانه‌زنی و پارامترهای رشد گیاه تحت تأثیر پلاسما در این تصاویر به وضوح مشهود است.

▲ تأثیر پلاسما در افزایش جوانه‌زنی و ریشه‌زایی بذر کلزا (الف) پردازش شده با پلاسما (ب) نمونه کنترل

افزایش چاپ پذیری بسته‌بندی مواد غذایی

شرکت کاوش یاران فن پویا تمرکز مناسبی در حوزه افزایش چاپ پذیری بسته‌بندی مواد غذایی نموده است. در زمینه بسته‌بندی مواد غذایی دستگاه Plasmatech-15B قابلیت افزایش چاپ پذیری و رنگ پذیری سطوح پلیمری نظیر پلی پروپیلن (PP) و پلی اتیلن (PE) و پلی اتیلن ترفتالات (PET) را به خوبی به اثبات رسانده است. این دسته از پلیمرها بسیار در بسته‌بندی مواد غذایی به کار گرفته می‌شوند. تصاویر زیر نمونه درب بطری و بطری پردازش شده با پلاسما را نمایش می‌دهد.



▲ چاپ‌پذیری نمونه‌های بطری و درب بطری پردازش نشده و پردازش شده با پلاسمای سرد

در نمونه‌هایی که سطح درب بطری یا بطری با پلاسما پردازش شده‌اند چسبندگی رنگ به سطح بسیار بیشتر از نمونه‌های پردازش نشده می‌باشد. این روش با توجه به آنکه تنها مستلزم مصرف انرژی برق است و نیازی به استفاده از مواد شیمیایی و گاز ندارد می‌تواند به عنوان روشی به صرفه و دوست‌دار محیط زیست جایگزین روش‌های متداول کنونی گردد.



پیام مدیریتی

فرابنفش، عناصر فعال پلاسمای گازی شامل یون‌ها، الکترون‌ها، رادیکال‌های آزاد، اوزون، اکسیژن اتمی و ذرات برانگیخته ایفای نقش می‌کنند و به این ترتیب آثار مخرب و عوارض جانبی موجود در سایر روش‌ها (مکانیکی، شیمیایی، الکترومغناطیسی، نوری) و ترکیبات شیمیایی مضر در این فناوری بسیار کم اهمیت بوده و جایگاهی ندارند.

ستاد ویژه توسعه فناوری نانو به عنوان یک بنگاه حمایتی دولتی، تلاش مضاعفی جهت ایفای نقش حلقه گمشده ارتباط بین صنعت و فناوری را در حوزه نانو و پلازما دارد؛ لذا امید آن می‌رود تا با مساعدت بازیگران عرصه صنعت و پذیرش فناوری نوین پلاسمای سرد، امکان توسعه و بهره‌مندی از این فناوری را در کشور عزیزمان ایران شاهد باشیم.

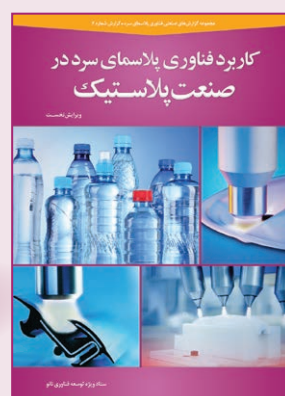


به کارگیری فناوری نوین پلاسمای سرد می‌تواند بسیاری از موانع و مشکلات حوزه صنایع غذایی و کشاورزی را به خوبی مرتفع نماید؛ برخی از مواردی که می‌توان به آنها اشاره نمود:

- حل و یا کاهش معضلات صادراتی خشکبار غذایی به جهت بالا بودن میزان بار میکروبی و یا سموم آفات و میکروبی
- افزایش قدرت جوانه‌زنی و انرژی رشد بذرها اعم از غلات، دانه‌های روغنی، جالیزی، علوفه، سبزیجات، گیاهان تزئینی، قارچ و غیره
- افزایش مقاومت گیاهان در برابر قارچ‌ها و آفات میکروبی
- افزایش سلامت بذر و دانه در هنگام ذخیره‌سازی بلندمدت
- افزایش محصول گیاهان

در فناوری پلاسمای سرد، عوامل متنوعی اعم از تابش پرتوهای

از مجموعه گزارش‌های فناوری پلاسمای سرد منتشر شده است



ستاد ویژه توسعه فناوری نانو

صندوق پستی:
۱۴۵۶۵-۳۴۴

پست الکترونیک:
report@nano.ir, plasma@nano.ir

پایگاه اینترنتی:
www.nano.ir

نمابر:
۰۲۱-۶۳۱۰۶۳۱۰

تلفن:
۰۲۱-۶۳۱۰۰

طراحی و اجرا: توسعه فناوری مهریژن