بررسی اثر پلاسمای تخلیه سد دی الکتریک تک قطبی در میکروب زدائی و کیفیت پودر سیر

اشرف السادات حسینی[1]، سهیلا عبدی[2*]، مریم مصلحی شاد[1]

1- گروه علوم و صنایع غذایی، واحد صفادشت، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

2- گروه فیزیک، واحد صفادشت، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: 1395/12/24 تاریخ پذیرش: 1396/03/16

چکیده

در این تحقیق اثرات آلودگی زدایی پلاسمای تخلیه سد الکتریکی(DBD) تک قطبی بر روی پودر سیر مورد بررسی قرار گرفت.به این منظور ابتدا اثر پلاسمایDBD تک قطبی بر روی اشرشیاکلی و آسپرژیلوس فلاووس به عنوان باکتری های موجود در پودر سیر مورد مطالعه قرار گرفت و زمان بهینه تابش توسط پلاسما برای از بین بردن میکروارگانیسم ها به دست آمد و سپس پودر سیر تحت تابش پلاسما قرار گرفت.دستگاه مورد استفاده برای تولید پلاسمای DBD تک قطبی از یک الکترود به قطر 5 سانتی متر و یک منبع تغذیه رادیوفرکانسی تشکیل شده بود. به منظور بررسی تخریب باکتری ها غلظت های DNA و پروتئین اندازه گیری شدند. رنگ سنجی با استفاده از نرم افزار فتوشاپ و تصاویر دیجیتال و ارزیابی حسی به روش 5 نقطه هدونیک انجام شد. نتایج نشان دادند میکروارگانیسم ها پس از 20 دقیقه(زمان بهینه) کاملا از بین رفتند. غلظت های DNA و پروتئین در نمونه های تحت تابش پلاسما نسبت به کنترل افزایش یافت. تغییر رنگ کلی پودر سیر قبل و بعد از تابش پلاسما تفاوت معنی داری نداشت. نتایج ارزیابی حسی نشان داد که پلاسما اثری بر رنگ، بو، مزه و پذیرش کلی پودر سیر ندارد. بنابراین استفاده از پلاسمای DBD روش خوبی برای آلودگی زدائی از پودر سیر بوده و می تواند جایگزین مناسبی برای روشهای سنتی آلودگی زدائی باشد که موجب تغییرات ناخواسته در طعم و کیفیت ادویه جات می گردند.

واژه های کلیدی: پودر سیر، پلاسمای تخلیه سد دی الکتریک تک قطبی، میکروب زدایی، آسپرژیلوس فلاووس، اشرشیاکلی

* مسوول مکاتبات: soheilaabdi@safaiau.ac.ir

1-مقدمه

سیر(Allium sativum) یکی از پر اهمیت ترین مواد غذایی کشت شده است. سیر به عنوان یک غذای پر انرژی طبقه بندی می شود. اجزای شیمیایی اصلی سیر شامل اسید سولفوریک، کربوهیدرات ها، فسفریک، نمک های معدنی، پروتئین ها و آلیسین می باشد(21). سیربه دلیل عطر و طعمی که به غذا میدهد همچنین بعلت خواص دارویی و درمانی اش به طور گسترده ای استفاده می شود(15).از خواص سودمند آن میتوان به خاصیت ضد میکروبی، آنتی اکسیدان، و ضد فشار خون اشاره کرد(12). در صنعت غذا به جای سیر تازه از سیر خشک یا سیر lyophilized استفاده می شود. کیفیت و ایمنی محصول نهایی تا حد زیادی به وضعیت میکروبیولوژیکی آنها بستگی دارد. سیر ممکن است با باکتری هایی مانند اشرشیاکلی، کپک و کلی فرم آلوده شود(1).کیفیت ضد عفونی ضعیف سیر می تواند منجر به فساد سریع مواد غذایی شود.به دلیل اهمیت سیر، استفاده از یک روش بهینه سازی برای ضد عفونی مورد نیاز است. یکی از روشهای جدید استریلیزاسیون مواد غذایی، استفاده از پلاسمای سرد در فشار اتمسفر است. تکنیک استریلیزاسیون توسط پلاسمای غیر حرارتی یک روش موثر برای از بین بردن میکروارگانیسم ها در مواد حساس به حرارت است. پلاسمای سرد حاوی گونه های بسیار پر انرژی مانند رادیکال های آزاد، اشعهUV، الکترون، یونهای مثبت و منفی، اتم ها و مولکول های برانگیخته می باشد، که قادر به غیر فعال کردن میکروارگانیسم ها هستند(5 و27). واکنش گونه های فعال با ماکرومولکولهایی مانند لیپیدهای غشایی، پروتئین ها، اسیدهای نوکلئیک باعث کشتن میکروارگانیسم ها میشود. الکترون، یون ها، و رادیکال های آزاد منجر به تخریب سطح و ضایعات موضعی در غشای سلولی می شوند و این امر منجر به مهار میکروارگانیسم ها می شود(7). تابشUV در پلاسما منجر به تغییر DNA و در نتیجه تکثیر سلولی نامناسب میگردد(25). یکی از منابع پلاسمای غیر حرارتی در فشار اتمسفر پلاسمای تخلیه سد دی الکتریک[1](DBD) است. پلاسمای فشار اتمسفری در ضد عفونی کردن ادویه جات، سبزی جات و دانه ها مورد استفاده قرار می گیرد(25). مطالعات متعددی در زمینه تاثیر پلاسما اتمسفری جهت آلودگی زدایی ادویه های مختلف صورت گرفته است. رسو همکارانش نشان دادند استفاده از پلاسمای اتمسفری در دمای اتاق می‌تواند جمعیت باکتری‌های اشرشیا کلیو استافیلوکوکوس اورئوس را کاهش دهد(23). هرتویگو همکارانش سه نوع از گیاهان و ادویه جات (دانه فلفل، پونه کوهی خرد شده وپودر فلفل قرمز) به منظور غیر فعال سازی فلور میکروبی طبیعی برای مدت 90 دقیقه تحت تیمار قرار دادند. فلور میکروبی طبیعی دانه فلفل و پودر فلفل قرمز بیش از 3 سیکل لگاریتمی پس از 60 دقیقه تیمارکاهش می یابد. پایین ترین سطح استریل در مورد پونه کوهی به میزان 1/6 سیکل لگاریتمی بود که مربوط به بار میکروبی اولیه بسیار پایین تر آن می باشد(9). در این مطالعه اثرات غیر فعال کردن میکروبهای موجود در پودر سیر توسط پلاسمای DBD مورد بررسی قرار گرفت.به منظور پیدا کردن زمان بهینه، اشرشیاکلی و آسپرژیلوس فلاووس به عنوان باکتری وکپک موجود در پودر سیر در سه زمان 10، 20 و 30 دقیقه تحت تابش پلاسما قرار گرفتند. سپس پودر سیر تحت تابش پلاسما قرار گرفت.

2- مواد و روشها

2-1- آماده سازی میکروبی

نمونه های لیوفیلیزهباکتری *اشرشیاکلی* Escherichia coli (PTC 1399) و قارچ آسپرژیلوسفلاووس (Aspergillus flavusPTCC 5004). جهت انجام آزمایش از پژوهشکده زیست فناوری در سازمان پژوهش های علمی وصنعتی ایران تهیه گردید .سویه های میکروبی در محیط کشت استریل و در زمان و درجه حرارت مناسب انکوبه شدند. توده میکروبی در4000 دور در دقیقه به مدت 15 دقیقه سانتریفوژ شد. سلول

1-Dielectric Barrier Discharge

های میکربی در معرض پلاسمای DBD تک قطبی قرار گرفتند. شمارش میکربی قبل و بعد از تابش با پلاسما صورت گرفت(زمان های 10، 20 و 30 دقیقه). اشرشیاکلی در محیط کشت Eosin-Methylen-Blue Agar(EMB) در دمای 37 درجه سانتیگراد به مدت 24 ساعت طبق استاندارد ISO 7251 کشت داده شد.آسپرژیلوس فلاووس طبقاستاندارد ISO 21252-2 در محیط کشت Dichloran-Glycerol (DG18) در دمای 25 درجه سانتی گراد به مدت 5 تا 7 روز کشت داده شد.

2-2- سیستم تابش دهی

دستگاه مورد استفاده برای تولید پلاسما ی سرد در فشار اتمسفری تشکیل شده بود از یک الکترود به قطر 5 سانتی مترو یک منبع تغذیه رادیوفرکانسی. پلاسما با استفاده از منبع تغذیه RF با فرکانس13/56 مگا هرتز، ولتاژ متغیر و توان خروجی 0 تا 1000 وات تولید شد.

2-3- روش تابش دهی

یک گرم پودر سیر بر روی یک لایه کاغذ استریل دایره ای شکل ریخته شد و به مدت 20 دقیقه تحت تابش پلاسما قرار گرفت. سپس به منظور بررسی میکروارگانیسم های موجود در آن، پودر سیر با 9 میلی لیتر محلول نرمال سالین مخلوط نموده بدین ترتیب رقت 10^{-1} حاصل شد. رقت سازی تا 10^{-4} ادامه یافت(2). سپس آزمون های میکروبی مربوط به نمونه پودر سیرمطابق استاندارد ملی ایران به شماره 5999 در دو تکرار بروی نمونه صورت گرفت(1).

فرآورده ویژگی	پودر سیر(حداکثر مجاز در گرم)
کلی‌فرم ها	10^2
اشریشیاکلی	منفی
کپک	5×10^3

جدول 1- ویژگی‌های میکروبیولوژی پودر سیر

2-4- اندازه گیری پروتئین و DNA

به منظور ارزیابی تخریب باکتری ها، غلظت های پروتئین و DNA دو رشته در محلول رویی مخلوط پودر سیر در نرمال سالین با استفاده از روش اسپکتروفتومتری PG instruments (LTD) اندازه گیری شدند. DNA یک پیک جذب در 260 نانومتر دارد در حالی که پیک پروتئین در 280 نانومترمی باشد. به عنوان تصحیح پس زمینه طول موج 320 نانومتر به دستگاه داده شد. غلظت های پروتئین و DNA به وسیله فاکتور واربرگ-کریستین که قبلا بر روی دستگاه اسپکتروفتومتر و بر اساس طول موج های 260 و 280 نانومتر تنظیم شده بود محاسبه گردیدند. به منظورتعیین غلظت های پروتئین و DNA قبل و بعد از تابش با پلاسما، 1 گرم پودر سیر به مدت 1 دقیقه در مقدار 9 میلی لیترمحلول نرمال سالین استریل در داخل یک لوله آزمایش استریل به شدت تکان داده شد و سپس محلول رویی توسط اسپکتروفتومتر آنالیز گردید(17).

2-5- رنگ سنجی

رنگ سنجی نمونه ها توسط نرم افزار فتوشاپ بر روی تصاویر تهیه شده با دوربین دیجیتال (Canon power Shot A540 (Japan انجام شد.ارزیابی رنگ هر نمونه پنج بار انجام شد. سه پارامتر رنگ شامل روشنایی (L^*)، قرمزی(a^*) و زردی (b^*) به منظور بررسی تغییرات رنگ نمونه ها مورد بررسی قرار گرفت. L^* محدوده رنگی مشکی تا سفید(100 -0)، a^* محدوده رنگی از سبز(مقدار منفی) تا قرمز (مقدار مثبت) و b^* محدوده رنگی از زرد (مقدار مثبت) تا آبی (مقدار منفی) است. به منظور تجزیه و تحلیل پارامترها ی L^*، a^* و b^* و ارزیابی و مقایسه رنگ نمونه ها در نرم افزار فتوشاپ، تصاویر دیجیتال در شرایط ثابت و یکنواخت نور و زاویه دوربین (لامپ هالوژن ولتاژ پایین با بازتابنده) گرفته شد و درفرمت گرافیکی بیت مپ (BMP) با پالت 8بیتی (رنگ های 28=256) ذخیره شد. اختلاف رنگ کلی (ΔE)، از رابطه $(\Delta E_{L^*a^*b^*}) = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2}$ محاسبه شد.

که در آن $\Delta L= (L- L^*)$ ،$\Delta a= (a-a^*)$ و$\Delta b= (b-b^*)$ L^*، b^* و a^*مربوط به نمونه های کنترل می باشد. تغییرات رنگ در مدل رنگ RGB به وسیله تحلیل عکس ها بررسی شد(16).

2-6- ارزیابی حسی

به منظور ارزیابی خصوصیات حسی نمونه های پودر سیر، رنگ،بو، مزه، پذیرش کلی و مطلوبیت نهایی پودر سیر قبل و بعد از تابش دهی با پلاسماتوسط 15 نفر داوطلب آموزش دیده بررسی شد. جهت ارزیابی روش 5 نقطه هدونیک (نمره از 1 تا 5 بسیار ضعیف تا بسیار خوب) استفاده شد(19).

2-7- آنالیز آماری

آنالیز آماری داده ها به وسیله نرم افزار آماری SPSS نسخه16(SPSS, Chicago, IL, USA) انجام شد. داده ها به صورت میانگین ± انحراف از معیار بیان شدند. $p<0/05$ از نظر آماری معنی دار در نظر گرفته شد. برای مقایسه میانگین داده های نمونه های کنترل و گروه تحت تابش از تست One Way Anova استفاده شد.

3- نتایج وبحث

3-1-نتایج اثر پلاسما بر سویه های میکروبی

برای به دست آوردن زمان تابش بهینه ابتدا E.coli وA.flavus به عنوان باکتری و کپک موجود در پودر سیر تحت تابش پلاسما قرارگرفتن. جدول 2 و 3 لگاریتم کاهش میکروبی اشرشیاکلی و آسپرژیلوسفلاووس را تحت تابش پلاسما درزمان های 10 و 20دقیقه نشان می دهد.

جدول 2-کاهش سیکل لگاریتمی جمعیت میکروبی(SE±میانگین) بر روی سویه های میکروبی تحت تابش پلاسمابه مدت 10دقیقه

میکروارگانیسم	کاهش سیکل لگاریتمی میکروبی پس از فرآوری با پلاسما (10دقیقه)
اشرشیا کلی	$0/84\pm 0/09^a$
آسپرژیلوسفلاووس	$0/235\pm 0/09^c$

حروف کوچک لاتین مقایسه ستونی هر مشخصه را نشان می دهد. *(p<0/05)*

نتایج نشان می دهند که دانسیته میکروارگانیسم های زنده پس از10 دقیقه تابش دهی با پلاسما به طور معنی داری *(p<0/05)*کاهش یافته اند.

جدول 3-کاهش سیکل لگاریتمی جمعیت میکروبی(SE±میانگین) بر روی سویه های میکروبی قبل و بعد از تابش پلاسمابه مدت20دقیقه

میکروارگانیسم	قبل از تابش پلاسما	تابش با پلاسما در زمان 20 دقیقه
اشرشیا کلی	$7/25\pm 0/11^b$	$0/00 \pm 0/00^a$
آسپرژیلوسفلاووس	$1/93\pm 0/05^c$	$0/00 \pm 0/00^a$

حروف کوچک لاتین مقایسه ستونی هر مشخصه را نشان می دهد. (p<0/05)

نتایج نشان می دهند که میکروارگانیسم ها پس از 20 دقیقه تابش دهی با پلاسما کاملا از بین رفتند (زمان بهینه).

پلاسمای سرد یک منبع موثر از فاکتورها و گونه های فعال مانند رادیکال ها، یونها، اتم های برانگیخته و مولکولها، امواج UV و غیره می باشد که قادر هستند ویروس ها و باکتری ها را بدون هیچ اثر دمایی غیر فعال کنند. چندین عامل در فرآیند

کشتن میکرب نقش دارند که عبارتند از: نوع باکتری ها، محیطی که در آن قرار دارند، تعداد لایه های سلول ها ، نوع پلاسمایی که اعمال می شود، سهم UV، گاز مورد استفاده و غیره(8 و13و18). استریلیزاسیون توسط پلاسما یک فرآیند کاملا پیچیده است که توسط عوامل گوناگون مانند ذرات باردار، اتم های برانگیخته، اتم های خنثی و اشعه UV مشخص می شود. سهم این عوامل در انواع سیستم های پلاسمایی و همچنین از نقطه نظر مسیرهای بیولوژیک متفاوت است. ذرات باردار نقش مهمی را در فرآیند استریلیزاسیون بازی می کنند، به خصوص در حالتی که پلاسما به طور مستقیم با میکروارگانیسم در ارتباط است بعلاوه جریان الکتریکی می تواند از ناحیه استریلیزاسیون عبور کند. غیر فعال سازی میکرو ارگانیسم ها می تواند در اثر تخریب لایه چربی غشاها یا سایر صدمات غشائی حاصل از بمباران پلاسما بوجود آید. این اثر بخصوص وقتی که میکرو ارگانیسم ها مستقیما در معرض پلاسما قرار گیرند مهم است. بعضی از اتمهای خنثی (مثل اتمهای فعال، رادیکالهای,OH O_3) به شدت واکنش پذیرند. غشاهای سلولی از چربیهای دولایه که یکی از مهمترین آنها اسیدهای چرب غیراشباع می باشند،تولید شده اند. اسیدهای چرب غیراشباعی یک خاصیت ژله ای به غشاء می دهند که به ترکیبات بیوشیمیایی اجازه عبور از غشاء را می دهند. از آنجایی که اسید های چرب غیر اشباعی به حمله های OH حساس هستند (14)، حضور رادیکالهای هیدروکسیل می تواند عملکرد چربیهای غشاء که نقش آنها به عنوان یک سد در مقابل انتقال یونها و ترکیبات قطبی به داخل و خارج از سلول می باشد را تغییر دهند (4). تغییرات ظاهری ایجاد شده در اشرشیاکلی که تحت تابش پلاسمای فشار اتمسفری در توان 8 وات به مدت 2 دقیقه قرار گرفته اند به وسیله هانگ و همکارانش در زیر میکروسکوپ الکترونی مطالعه شد. مشاهدات به وضوح حاکی از تغییر ساختارهای سیتوپلاسمی شدید و نشت کروموزوم باکتری بودند (10). به خوبی مشخص شده که الکتروپوراسیون غشایی به وسیله میدانهای الکتریکی پالسی القا می شوند. مطالعات نشان می دهند که پلاسما به شکلی مشابه عمل کرده و موجب القای پرفوراسیون در غشاهای میکروارگانیسم ها می گردد (18و24و29).

3-2- نتایج آزمون DNA و پروتئین پودر سیر

به منظور ارزیابی تخریب باکتری ها به وسیله تابش پلاسما غلظت های پروتئین و DNA در سوسپانسیون پودر سیر اندازه گیری شدند. غلظت های پروتئین و DNA در جذب نوری 260nm و280nm محاسبه شدند. جدول4 غلظت های پروتئین و DNA را پس از 10و20 دقیقه تابش با پلاسما در مقایسه با کنترل نشان میدهد.

جدول 4- مقدارپروتئین (SE± میانگین) برروی نمونه پودرسیر

نوعتیمار	غلظت DNA (Mg/L)	غلظت پروتئین (Mg/L)
نمونه کنترل	114/92±9/54	231/42±14/3
تابشپلاسما 10 دقیقه	146/18±9/9	279/4±10/8
تابشپلاسما 20 دقیقه	193/3±11/7	347/4±13/2

* =(p <0/05)

همانطور که نتایج نشان می دهند غلظت های پروتئین و DNA در هر دو زمان 10 و 20 دقیقه نسبت به کنترل بطور معنی داری افزایش یافته است. به نظر میرسد دیواره باکتری ها تخریب شده و مواد داخل آن به خارج نشت پیدا کرده اند.

باکتری های گرم مثبت قادر به تولید اسپور هستند که یک حالت بسیار مقاوم از سلول می باشد. اسپورها از چندین لایه که هسته ژنتیکی را احاطه می کند تشکیل شده اند. این پروتئین ها به حملات شیمیایی اتمهای خنثی فعال حساس هستند. بنابراین اتمهای خنثی فعال که توسط پلاسماهای اتمسفری تولید می شوند تا حد زیادی تمامیت دیواره ها، لایه ها و غشاهای سلولی میکروارگانیسم ها را دستخوش تغییر قرار می دهند(11). مولکول های پروتئین که از نظر ساختاری زنجیره های خطی از اسیدهای آمینه می باشند به اکسیداسیون توسط اکسیژن اتمی OH یا مولکول های برانگیخته شبه پایدار اکسیژن حساس می باشند. پروتئین ها نقش دروازه هایی را دارند که کنترل عبور ماکرومولکول های مختلف را به داخل و خارج از سلول به عهده دارند(10) پلاسما یک منبع UV با طول موجهای مختلف است که در استریلیزاسیون موثر است. فوتونهایUV-C در پلاسما دارای انرژی کافی برای تغییر ساختار قابل ملاحظه در مولکولهای آلی بوده و عمق نفوذ آنها زیاد است. این امر موجب می شود فوتونهای UV-C بیشترین تاثیر را در استریلیزاسیون مستقیم داشته باشند. تابش UV در محدوده طول موج 300-200 نانومتر با دوزهای چندین میکروژول بر سانتیمتر مربع موجب صدمات کشنده به سلولها می گردد. چند مکانیسم بیولوژیکی وجود دارند که موجب غیر فعال شدن بیوارگانیسمها توسط UV می گردند. در میان تاثیرات بخصوص UV بر روی سلولهای باکتریها می توان به دیمریزاسیون بازهای تیمین در رشتهDNA باکتریائی اشاره کرد. دیمریزاسیون بازهای تیمین توانائی باکتری برای همانندسازی مناسب را مهار می کند (22). اردوغلو و همکارانش تاثیر آلودگی زدایی ترکیب امواج UVC و FIR را بر روی دانه های زیره و کیفیت غذایی آن را مورد بررسی قرار دادند(5). اگرچه ترکیب UVC و FIR موجب کاهش تعداد میکربهای دانه های زیره می شود اما دمای مورد استفاده برای آلودگی زدایی به حدود 300°C می رسد. در مطالعه دیگر تاثیر تابش اشعه گاما بر روی آلودگی میکروبی اختصاصات چربی های زیره سیاه توسط آریسی و همکارانش مورد بررسی قرار گرفت (3). نتایج آنها نشان داد که شمارش میکروبی نمونه ها با افزایش دوز تابش کاهش می یابد. مشاهده شد که شمارش باکتری ها همانند قارچها و کپک ها به مقادیر قابل توجهی کاهش می یابد. سلکوک و همکارانش با استفاده از پلاسمای سرد در فشار پایین و فشار اتمسفری دانه های گوجه فرنگی، گندم، لوبیا، نخود، سویا، جو، بلوط، عدس و ذرت را که با آسپرژیلوس پارازیتیکوس و پنی سیلیوم آلوده شده بودند را به مقادیر کمتر از یک درصد آلودگی اولیه استریل کردند. در مطالعه آنها زمان تابش از 30 ثانیه تا 30 دقیقه تغییر می کرد. نتایج نشان دادند که کیفیت غذایی گندم و لوبیا تحت تابش پلاسما تغییر نمی یابد(26).

3-3- نتایج ارزیابی حسی

نتایج ارزیابی حسی در جدول 5 آورده شده است.

جدول5-امتیاز ارزیابی حسی (SE± میانگین) برنمونه پودر سیر

نمونه	مزه	بو	رنگ	ظاهر
قبل از پلاسما	3/4 ±./254[a]	4/53 ±./133[a]	3/8 ±./165[a]	4/4 ±./130[a]
تابش باپلاسما 20 دقیقه	3/46 ±./215[a]	4/53 ±./133[a]	3/86 ±./133[a]	4/4 ±./13[a]

حروف کوچک لاتین مقایسه ستونی هر مشخصه را نشان می دهد.(p<0/05)

نتایج ارزیابی حسی نشان می دهند پلاسمای اتمسفری DBD تک قطبی اثری بر طعم، رنگ، بو و مزه پودر سیر ندارد. تغییر رنگی توسط چشم در پودر سیر مشاهده نشد.

3-4- نتایج آزمون ارزیابی رنگ

میانگین تغییر رنگ کلی پودر سیر پس از تابش با پلاسما در جدول 6 نشان داده شده است.

جدول 6- ارزیابی تغییر رنگ کلی(ΔE) و L*,a*,b* (میانگین±SE)برروی نمونه پودر سیر

نمونه	L^*	a*	b*	ΔE
قبل ازفرآوری	90/33 ±./33^{b}	./33±./33^{a}	./66±./33^{a}	1/41 ± 0 ^{a}
تابش باپلاسما 20 دقیقه	92/00 ±0/00^{a}	./33 ±./33^{a}	0/0 ±0/0 ^{a}	1/88 ±./24^{a}

حروف کوچک لاتین مقایسه ستونی هر مشخصه را نشان می دهد($p<0/05$).

نتایج حاصل از رنگ سنجی نشان می دهند اختلاف معنی داری در تغییر رنگ کلی(ΔE)پودر سیرو پارامترهای a^* و b^* در نمونه های تیمار و کنترل مشاهده نشدولیروشنایی (L^*) در نمونه های تحت تابش پلاسما افزایش یافته است.

4-نتیجه گیری

این تحقیق نشان میدهد که پلاسمای اتمسفری یک روش ضدعفونی کننده می باشد که میتواند جایگزین مناسبی برای روشهای دیگر در کاهش جمعیت میکربی بر روی سطح محصولات تازه یا خام و یا مواد بسته بندی شده باشد. تحقیقات ما نشان میدهد که پلاسمای DBD تک قطبی با فشار اتمسفری ممکن است یک روش جایگزین مناسب برای آلودگی زدایی پودر سیر باشد بدون این که اثراتتخریبی بر روی کیفیت دانه ها داشته باشد. فناوری پلاسمای سرد میتواند در مقیاسهای بزرگ و صنعتی برای ضدعفونی غذا و محصولات کشاورزی مورد استفاده قرار گیرد. این تکنولوژی به طور فزاینده ای در میان تولیدکننده های غذایی به عنوان استریل سطوح مورد قبول واقع شده است. تاثیر پلاسمای سرد بر روی ترکیبات حساس غذایی، عمدتا چربیها، ویتامینها و غیره نیاز به تحقیقات بیشتری دارد و در صورت اثبات بی اثر بودن آن در کیفیت مواد غذایی می تواند کاربردهای وسیع تری در صنایع غذایی داشته باشد.

5- منابع

1. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، 1381. پودر سیر- ویژگی ها وروش های آزمون. استاندارد ملی ایران، شماره 5999، چاپ اول.
2. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، 1392. میکروبیولوژی مواد غذایی و خوراک دام- آماده سازی آزمایه، سوسپانسیون اولیه و رقت های اعشاری برای آزمون میکروبی- قسمت 4: مقررات ویژه برای آماده سازی فرآورده ها به جزء شیر،گوشت، ماهی و فرآورده های آنها.استاندارد ملی ایران، شماره 4-8923، تجدید نظراول.
3. Arici, M. Colak, FA.and Gecgel, Ü. 2007.Effect of gamma radiation on microbiological and oil properties of black cumin (Nigella sativa L.). Grasas y aceites,58(4):339-43
4. Bettleheiem, F.A.and March, J. 1995.Introduction to General, Organic and Biochemistry, 4th edition, SaundersCollege Publ., Orlando, FL.
5. Erdoğdu, SB.and Ekiz, Hİ.2011. Effect of ultraviolet and far infrared radiation on microbial decontamination and quality of cumin seeds. J Food Sci, 76(5), pp:284-292.
6. Fernandez, A. Shearer, N.Wilson, D.R. and Thompson, A. 2011. Effect of microbial loading on the efficiency of cold atmospheric gas plasma inactivation of Salmonella enterica serovar Typhimurium. J. Food Microbiol. 152, 175e180

7. Gallagher, M.K. Vaze, N. Gangoli, S. Vasilets, V.N. Gutsol, A.F.and Milovanova, T.N. 2007. Rapid inactivation of airborne bacteria using atmospheric pressure dielectric barrier grating discharge. IEEE Trans. Plasma Sci. 35, pp:1501-1510
8. Gaunt, LF.Beggs, CB.and Georghiou, GE.2006 Bactericidal action of the reactive species produced by gas-discharge nonthermal plasma at atmospheric pressure: a review, Plasma Science, NPSS 34,pp:1257-69.
9. Hertwig, C. Reineke, K. Ehlbeck, J. Erdoğdu, B., Rauh ,C.andSchlüter, O.2014. Impact ofremote plasma treatment on natural microbial load and quality parameters of selected herbs and spices. Journal ofFoodEngineering,Volume167,Page:12-17.
10. Hong, Y. Kang, J. Lee, H. Uhm, H. Moon, E.and Park, Y.2009. Sterilization effect of atmospheric plasma on Escherichia coli and Bacillus subtilis endospores. Lett. Appl. Microbiol. 48(1),pp:33-7.
11. Kayes, MM. Critzer, FJ. Kelly-Wintenberg, K. Roth, JR. Montie, TC.and Golden, DA. 2007. Inactivation of foodborne pathogens using a one atmosphere uniform glow discharge plasma. Foodborne Pathog. Dis.4(1), pp:50-9.
12. König, FK. Schneider, B. 1986. Knoblauch bessert Durchblutungsstörungen. Ärztliche Praxis, 38:pp 344-345.
13. Laroussi, M.2002. Nonthermal decontamination of biological media by atmospheric-pressure plasmas: Review, analysis, and prospects. Plasma Science, NPSS 30,pp:1409-15.
14. Laroussi, M.and Leipold, F.2004. Evaluation of the roles of reactive species, heat, and UV radiation in the inactivation of bacterial cells by air plasmas at atmospheric pressureJ. Mass Spectrom .233: 81.
15. Liu, CT. Wong, PL. Lii, CK. Hse, H.and Sheen, LY.2006. Antidiabetic effect of garlic oil but not diallyl disulfide in rats with streptozotocin-induced diabetes. Food Chem Toxicol. .44(8):1377-84.
16. Lukinac, J. Jokic, S. Planinic, M. Magdic, D. Bilic, M. Tomas, S.et al.2009. An application of image analysis and colorimetric methods on color change of dehydrated asparagus (Asparagus maritimus L.) Agriculturae conspectus scientificus74, pp: 233-237.
17. Manchester, K.1996. Use of UV methods for measurement of protein and nucleic acid concentrations. Biotechniques. 20(6):968.
18. Moisan, M. Barbeau, J. Moreau, S. Pelletier, J. Tabrizian, M.and Yahia, LH.2001. Low-temperature sterilization using gas plasmas: a review of the experiments and an analysis of the inactivation mechanisms. Int J. Pharm. 226:1-21.
19. Moskowitz, H. R. Muॅoz, A. M. & Gacula, M. C. 2003. Viewpoints and controversiesin sensory science and consumer product testing. CT, USA, Food and Nutrition Press, Inc.
20. Pothakamury, UR. Monsalve-Gonzalez, A. Barbosa-Cánovas, GV.and Swanson, BG.1995. Inactivation of Escherichia coli and Staphylococcus aureus in model foods by pulsed electric field technology. Food Res. Int.28(2), pp:167-71.
21. Rahman, K.and Lowe, G.M. 2006. Garlic and cardiovascular disease: a critical review.Journal of Nutrition 136, pp: 736–740
22. Rastogi, RP.Richa, Kumar A.Tyagi, MB.andSinha, RP.2010 Molecular Mechanisms of Ultraviolet Radiation-Induced DNA Damage and Repair. Journal of Nucleic Acids. pp: 592980, doi: 10.4061/2010/592980.
23. Roth ,JR. Sherman, DM. Ben, Gadri R. Karakaya, F. Chen ,ZY. Montie, TC. et al.2000. A remote exposure reactor (RER) for plasma processing and sterilization by plasma active species at one atmosphere. IEEE Transactions on Plasma Science,Vol 28,Issue1,Page: 56-63.

24. sale, A. and Hamilton, W. 1967. Effects of high electric fields on microorganisms: I. Killing of bacteria and yeasts. Biochim. Biophys. Acta (BBA)-General Subjects. 148(3) pp:781-8.
25. Schlüter, O. Ehlbeck, J. Hertel, C. Habermeyer, M. Roth, A. Engel KH, et al.2013. Opinion on the use of plasma processes for treatment of foods. Molecular nutrition & Food Research.
26. Selcuk, M. Oksuz, L.and Basaran, P.2008. Decontamination of grains and legumes infected with Aspergillus spp. and Penicillum spp. by cold plasma treatment. Bioresou. Technol.99(11), pp:5104-9.
27. Song, H.P. Kim, B. Choe, J.H. Jung, S. Moon, S.Y. Choe, W. et al. 2010. Evaluation of atmospheric pressure plasma to improve the safety of sliced cheese and ham inoculated by 3-strain cocktail Listeria monocytogenes. Food Microbiol. 26, pp:432-436.
28. Sospedra, I. Soriano, JM.and Mañes, J. 2010. Assessment of the microbiological safety of dried spices and herbs commercialized in Spain. Plant Foods Hum Nutr 65:364–368. doi:10.1007/s11130-010-0186-0
29. Wouters, PC.and Smelt, JP. 1997. Inactivation of microorganisms with pulsed electric fields: potential for food preservation. Food Biotechnol.11(3), pp:193-229.