سنتز نانوذره اکسید روی آلائیده شده با نقره و ارزیابی اثرات ضد میکروبی آن بر پاتوژنهای باکتریایی شایع جدا شده از محصولات لبنی

خسرو عیسی زاده*

گروه میکروبیولوژی، دانشکدهٔ علوم پایه، واحد لاهیجان ،دانشگاه آزاد اسلامی ، لاهیجان، ایران

چکیده

نانو ذرات سنتزی دارای ویژگی های فیزیکی و شیمیایی منحصر به فردی هستند. مهم ترین شاخصه این نانو ذرات داشتن نسبت سطح ویژه بیشتر نسبت به همتای خود با اندازه بزرگتر است. در این تحقیق جهت جداسازی نمونه ها ،45 محصول خام لبنی بعد از رقیق سازی ، جهت جداسازی استافیلوکوکوس اورئوس و اشرشیا کلی ، به ترتیب به محیط های برد پارکر و سوربیتول مک کانکی آگار انتقال داده شدند و با استفاده از یک سری تست های اختصاصی تشخیص داده شدند. **نانو پودر اکسید روی دوپینگ شده با نقره به روش سل- ژل** سنتز شد.بررسی اثرات ضد میکروبی نانو ذره **با روش انتشار در چاهک** مورد بررسی قرار گرفت. **حداقل غلظت بازدارندگی (MIC) نانوپودر اکسید روی آلائیده شده با نقره و همچنین حداقل غلظت باکتری کشی (MBC)تعیین گردید.** میانگین قطر هاله های عدم رشد *E. coli* PTCC 1399 و*E. coli (1)* و *E. coli(2)* به ترتیب 22/5 ،18/5 و 15/4میلی متر در غلظت 50 میلی گرم بر میلی لیتر و میانگین قطر هاله های عدم رشد *S. aureus* PTCC 1189 ،*S. aureus (1)* و *S. aureus (2)* به ترتیب 24/5 ،20/4و 19/5میلی متر در این غلظت بود. میزان MIC برای باکتری *E. coli* PTCC 1399 برابر با 1/57و اشرشیا کلی (ایزوله 1) و اشرشیا کلی (ایزوله 2) به ترتیب 1/57 و 3/13 میلی گرم بر میلی لیتر تعیین گردید.در صورت آزمایشات بیشتر می توان از این نانو ذره به عنوان پرزرواتیو استفاده کرد.

کلمات کلیدی: نانوذره، اکسید روی، استافیلوکوکوس،اشرشیا کلی ، آنتی بیوگرام

مقدمه

اکسید روی یک ترکیب معدنی با فرمول شیمیایی ZnO است و می تواند سه ساختار کریستالی داشته باشد. این ترکیب به صورت یک پودر سفید رنگ و به عنوان روی سفید یا زینیکت شناخته میشود و در کتابهای کهن توتیا نامیده می‌شد. اکسید روی یک اکسید آمفوتریک است که به طور تقریبی در آب نامحلول ولی در اکثر اسیدها قابل حل و یا تجزیه شدن است. در دمای 1975 درجه سانتی گراد به بخار روی و گاز اکسیژن تجزیه میشود. از اکسید روی در صنایع پلاستیک، شیشه، لاستیک، رنگ، چسب، لوازم آرایشی و غذایی و در سیمان، سرامیک پماد ها و باطری ها استفاده میشود (Espitia, et al.2012). از میان اکسیدهای فلزی نیمه رسانا، تنها دی اکسید تیتانیم و اکسید روی در حالت برانگیخته پایدار هستند. تبدیل پودر اکسید روی به نانو ذرات اکسید روی با افزایش نسبت سطح به حجم و تقویت واکنش پذیری اکسید روی سبب تشدید و یا پیدایش ویژگی های جدید در آن میگردد. ایجاد این خواص و ویژگی های جدید سبب میشود تا کاربرد این نانو ذرات را در زمینه های گوناگون میسر سازد (سالیانی و همکاران ،۱۳۹۰).

نقره به دلیل اثر ضدمیکروبی قوی در برابر طیف وسیعی از میکروارگانیسم ها حتی در غلظت بسیار کم در چند دهه اخیر مورد توجه بسیاری از پژوهشگران قرار گرفته است. از زمان های طولانی از نقره به عنوان عامل ضدمیکروبی و برای جلوگیری از آسیب های ناشی از فعالیت قارچ و باکتری در زخم بندی و جراحت های عفونی استفاده شده است. آلاییده کردن (دوپ) نانوذره اکسید روی و نقره نیز طی مطالعات مختلفی انجام گرفته و نتایج مثبتی به همراه داشته است. باکتری ها به عنوان مهم ترین عوامل ایجاد بیماریهای با منشاء موادغذایی در نظر گرفته می شوند. بسیاری از عوامل باکتریایی بیماریزا بطور طبیعی در محیط و مکانی که محصولات غذایی تهیه می گردند وجود داشته و می توانند این محصولات را آلوده نمایند. در سالهای اخیر، استفاده از عوامل ضدمیکروبی معدنی در کاربردهای غیرخوراکی، توجه زیادی را

برای کنترل میکروبها به خود معطوف داشته است. مطالعات اخیر اثبات میکند که نانو مواد سولفیدی و اکسید فلزات دارای خواص آنتی باکتریایی بسیار خوبی هستند و عوامل ضد باکتریایی که شامل این نانو مواد باشند میتوانند دارای خاصیت ضدمیکروبی بسیار مؤثری باشند. بعضی از نانوذره های ساخته شده از اکسیدهای فلزی در شرایط فراوری بسیار پایدار هستند و علاوه بر اینکه علیه باکتریها مسمومیت انتخابی دارند؛ اثر سمی بسیار کمی بر روی سلولهای انسانها و حیوانها دارند به عنوان مثال، نانوذره اکسید روی، یک نانوذره غیر سمی و زیست سازگار است (Barzegari et al. 2016).

مواد و روش ها

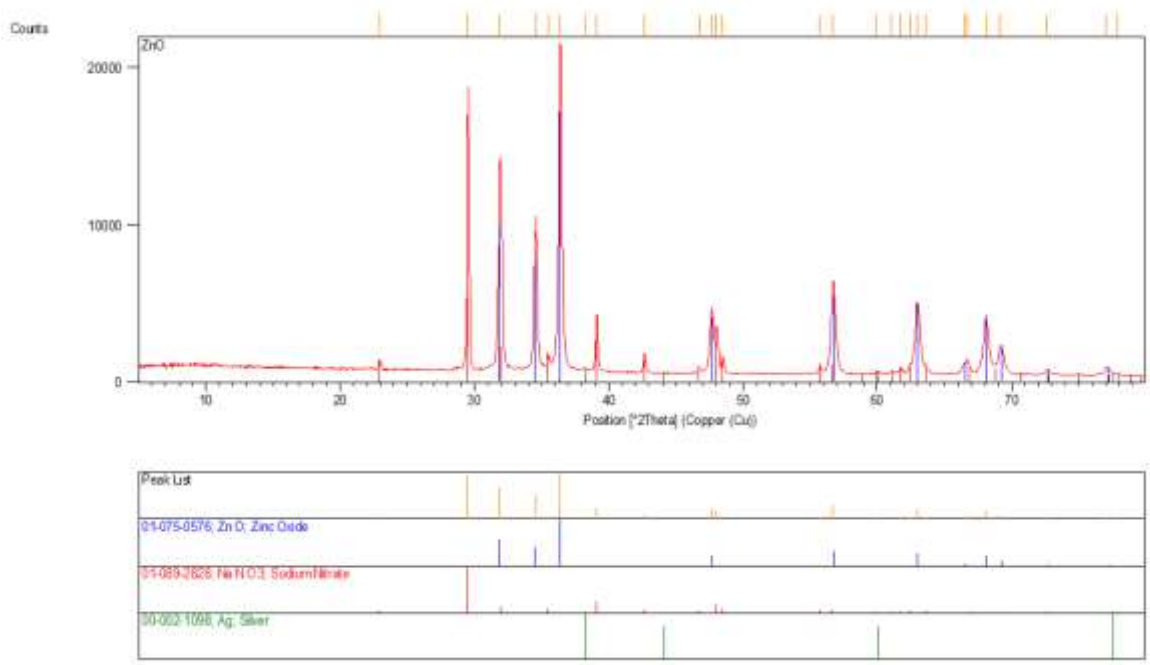
جداسازی باکتری ها از محصولات لبنی

در این تحقیق جهت جدا سازی استافیلوکوکوس اورئوس ، 45 نمونه محصول خام لبنی مثل خامه ، شیر خام و پنیر (از هر کدام 15 مورد) بررسی قرار گرفت . نمونه ها به محیط برد پارکر (Baird Parker Agar) انتقال داده شدند و جهت تایید آن از تست های کاتالاز و کوآگولازاستفاده گردید. همچنین کلنی های ایجادی بر روی محیط مانیتول سالت آگار کشت داده شدند. و از تست حساسیت به نووبیوسین استفاده گردید.برای جداسازی اشرشیا کلی به منظور غنی سازی ، نمونه ها در 225میلی لیتر محیط Trypticase Soy Broth حاوی 20 mg/l نووبیوسین کشت داده شدند و به مدت 24 ساعت در دمای 37 درجه سلسیوس انکوبه گردیدند .سپس برای جداسازی باکتری تمام نمونه های غنی شده بر روی محیط سوربیتول مک کانکی آگار حاوی 5 0 /. میلی گرم در لیتر سفیکسیم و 2/5 میلی گرم در لیتر تلوریت پتاسیم کشت داده شدند و پس از 24 ساعت گرمخانه گذاری در دمای 37 درجه کلنی های سوربیتول منفی خالص گردیدند. همچنین برای بررسی فعالیت بتا گلوکورونیدازی باکتری های تائید شده به

عنوان اشرشیا کلی بر روی محیط کروم آگار اختصاصی کشت داده شدند و به مدت 24 ساعت در دمای 37 درجه سلسیوس انکوبه گردیدند.به منظور تایید نهایی کلنی های سوربیتول منفی و بتا گلوکورونیداز منفی،از تست های تکمیلی دیگری استفاده شد.در این تحقیق باکتری های *Escherichia coli E. coli* PTCC 1399 و *S. aureus* PTCC 1189 از سازمان پژوهشهای علمی و صتعتی ایران تهیه گردیدند. نانو پودر اکسید روی دوپینگ شده با نقره **به روش سل- ژل** تهیه شد. سپس نمونه ها به وسیله آزمون XRD مورد بررسی قرار گرفتند و با استفاده از میکروسکوپ الکترونی TEM سایز نانوذره تحت تاثیر قرار گرفته شده تعیین شد .**از نانوذره ی اکسیدروی آلائیده شده با نقره** غلظت های mg/ml 1/57، 1/13، 6/25، 12/5، 25، 50 تهیه گردید.برای بررسی خواص ضدمیکروبی نانوذره از روش انتشار در **چاهک** استفاده شد . سپس حداقل غلظت بازدارندگی (MIC) نانوپودر اکسید روی آلائیده شده با نقره و حداقل غلظت باکتری کشی (MBC) تعیین گردید.

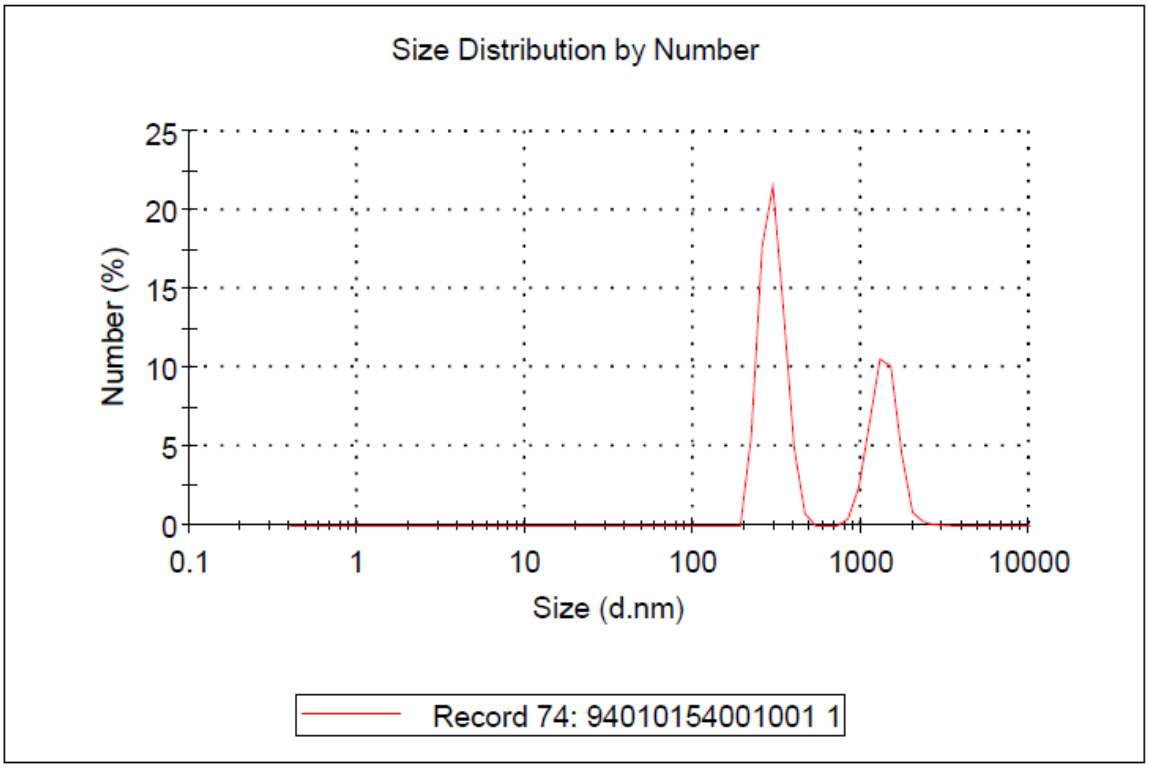
نتایج

بررسی اثبات وجود و بررسی ساختار نانوفتوکاتالیست اکسیدروی آلائیده شده با نقره طیف XRD تهیه شده که در نمودار (1) آمده است.



نمودار 1- نتایج XRD نانوذرات اکسید روی آلائیده شده با نقره

در بررسی طیف فوق مشاهده می شود پیک های مشخصه ZnO در θ2 برابر (100)31/23، (002)34/48 و (101)36/3 و پیک مربوطAg که با پیک ZnO در (103)47/98 کمی هم پوشانی کرده است ودو پیک دیگر Ag در 2θ برابر (103)39/01 و (200)42/58 که وجود نقره دوپ شده اکسیدروی را اثبات می کند. برای بررسی توزیع ذرات در نانوکاتالیست از نمونه ZnO آلاییده شده با نقره طیف DLS گرفته شد و در نمودار 2 آورده شده است.طیف مذکور نشان می دهد که براساس توزیع آماری حدود 35/7٪ ذرات تجمع یافته، قطر میانگینی در حد 1354 نانومتر دارد و حدود 64/3٪ از ذرات تجمع یافته قطری حدود 297/2 نانومتر دارد(نمودار2).



نمودار 2- نتایج DSL نانوذرات اکسید روی آلائیده شده با نقره

اثرات مهاری نانوذره اکسید روی آلائیده شده با نقره

جدول 1- میانگین قطر هاله های عدم رشد(میلی متر) **اشرشیا کلی های جدا شده** از لبنیات خام **و استاندارد** را در برابر نانوذره اکسید روی آلائیده شده با نقره را با روش **انتشار در چاهک** نشان می دهد. بیشترین قطر هاله های عدم رشد مر بوط به غلظت50 میلی گرم بر میلی لیتر بود. میانگین قطر هاله های عدم رشد سویه های استاندارد *E. coli* PTCC 1399 و*E. coli (1)* و *E. coli(2)* به ترتیب 22/5، 18/5 و 15/4میلی متر در غلظت 50 میلی گرم بر میلی لیتر بود.

جدول1- میانگین قطر هاله های عدم رشد(میلی متر)اشرشیا کلی های جدا شده و استاندارد در مقابل غلظت های مختلف نانو ذره اکسید روی آلائیده شده با نقره در روش انتشار در چاهک

E. coli(2)	*E. coli(1)*	*E. coli* PTCC 1399	غلظت نانو ذره اکسید روی و نقره (mg/ml)
15/4	18/5	22/5	50
13/5	15/2	18/5	25
11/5	13/0	17/4	12/5
8/2	11/2	15/0	6/25
6/5	9/5	11/5	3/13
0	4/5	5/2	1/57
0	0	0	بلانک

جدول 2- میانگین قطر هاله های عدم رشد(میلی متر) استافیلوکوکوس های جدا شده از لبنیات خام و استاندارد را در برابر نانوذره اکسید روی آلائیده شده با نقره با روش **انتشار در چاهک** نشان می دهد. بیشترین قطر هاله های عدم رشد مر بوط به غلظت50 میلی گرم بر میلی لیتر بود. میانگین قطر هاله های عدم رشد سویه های استاندارد *S. aureus* PTCC 1189، *S. aureus (1)* و *S. aureus (2)* به ترتیب 24/5 ،20/4و 19/5میلی متر در غلظت 50 میلی گرم بر میلی لیتر بود. میانگین قطر هاله های عدم رشد این سه باکتری در غلظت 1/57 میلی گرم بر میلی لیتر به ترتیب 7/2 ،5/ 5و 3/1 میلی متر بود. با کاهش غلظت نانو ذره از اثرات مهاری آن بر روی باکتری ها کاسته می شد.

جدول 2- میانگین قطر هاله های عدم رشد(میلی متر)استافیلوکوکوس های جدا شده و استاندارد در مقابل غلظت های مختلف نانو ذره اکسید روی آلائیده شده با نقره در روش انتشار در چاهک

S. aureus (2)	*S. aureus (1)*	*S. aureus* PTCC 1189	غلظت نانو ذره اکسید روی و نقره (mg/ml)
19/5	20/4	24/5	50
18/2	19/2	21/5	25
14/2	16/5	19/5	12/5
11/5	14/2	17/5	6/25
11/5	13/5	15/4	3/13
3/1	5/5	7/2	1/57
0	0	0	بلانک

در این تحقیق همچنین حداقل غلظت مهار کننده گی (MIC) و حداقل غلظت کشنده گی (MBC) نانو ذره اکسید روی آلاییده شده با نقره بر علیه باکتری های منتخب تعیین گردید.بطوریکه میزان MIC برای باکتری *E. coli* PTCC 1399 برابر با 1/57و اشرشیا کلی (ایزوله 1) و اشرشیا کلی (ایزوله 2) به ترتیب 1/57 و 3/13 میلی گرم بر میلی لیتر تعیین گردید و میزان MBC برای هر یک از باکتری های فوق 3/13 ، 6/25 و 25میلی گرم بر میلی لیتر بود .

جدول 3- . حداقل غلظت مهار کننـــــــدگی (MIC) و حداقل غلظت کشندگی (MBC) نانوذره اکسید روی آلائیده شده با نقره بـــــر علیه اشرشیا کلی جدا شده و استاندارد

E. coli(2 isolate)	*E. coli*(1 isolate)	*E. coli* PTCC 1399	باکتری
3/13	1/57	1/57	MIC

25	6/25	3/13	MBC

در این تحقیق همچنین حداقل غلظت مهار کننده گی (MIC) و حداقل غلظت کشنده گی (MBC) نانو ذره یاکسید روی آلاییده شده با نقره بر علیه باکتری های منتخب تعیین گردید.به طوریکه میزان MIC برای باکتری *S. aureus* PTCC 1189 برابر با 1/57و استافیلوکوکوس اورئوس (ایزوله 1) و استافیلوکوکوس اورئوس (ایزوله 2) به ترتیب 1/57 و 3/13 میلی گرم بر میلی لیتر تعیین گردید و میزان MBC برای هر یک از باکتری های فوق 3/13 ، 6/25 و 12/5میلی گرم بر میلی لیتر بود.

جدول 4- . حداقل غلظت مهار کننـــــــدگی (MIC) و حداقل غلظت کشندگی (MBC) نانوذره اکسید روی آلائیده شده با نقره بـــــر علیه استافیلو کوکوس های جدا شده و استاندارد

S. aureus (2 isolate)	*S. aureus* (1 isolate)	*S. aureus* PTCC 1189	باکتری
3/13	1/57	1/57	MIC
12/5	6/25	3/13	MBC

بحث

اکسید روی یکی از مهم ترین اکسیدهای فلزی است که در صنایع مختلف مورد استفاده قرار می گیرد. حسین زاده و همکارانش کارایی ضد میکروبی سوسپانسیون 2 و 4 درصد نانو ذره اکسید روی را علیه باکتری اشرشیا کلی O157:H7 در سال 1392 مورد بررسی قرار دادند که هر دو غلظت، میزان این باکتری را به طور معنی داری کاهش دادند که این میزان در غلظت 4 درصد به طور معنی داری بیشتر بود (Hoseinzadeh, et al. 2012). طی مطالعه امامی و همکارانش خاصیت ضد میکروبی غلظت های مختلف

نانو ذره اکسید روی در مقابل باکتری استافیلوکوکوس اورئوس و اشرشیا کلی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که غلظت 10 میلی گرم در میلی‌لیتر نانو ذره اکسید روی بیشترین اثر ممانعت کنندگی را با میزان22 و 28 میلی‌متر به ترتیب روی استافیلوکوکوس اورئوس و اشرشیا کلی نشان داد (Emami-Karvani, et al.2011). Azam و همکارانش در سال 2012، اثرات ضد میکروبی نانو ذرات ZnO، CuO و Fe2O3 در مقابل با باکتری گرم مثبت استافیلوکوس اورئوس و گرم منفی اشرشیا کلی مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد نانو ذره ZnO دراری بیشترین فعالیت ضد باکتریایی در مقایسه با دو نانودره دیگر بود. میزان حداقل غلظت کشندگی (MBC) نانو ذره اکسید روی برای اشرشیا کلی 18 میکروگرم در میلی‌لیتر و برای استافیلوکوکوس اورئوس 16 میکروگرم در میلی‌لیتر تعیین شد (Azam 2011). برزگری و همکارانش در سال 1394 اثرات ترکیبی نانوذره اکسید روی و اسید مالیک بر مهار رشد باکتری اشریشیاکلی و استافیلوکوکوس اورئوس را مورد بررسی قرار دادند و مشاهده نمودند، تیمار سوسپانسیون (0،1،3،5،8)میلی مولار از نانوذره اکسید روی در اسید مالیک اثر مهاری قابل توجهی در رشد اشرشیا کلی و استافیلوکوکوس اورئوس در طول 42 ساعت انکوباسیون نشان می دهد. همچنین غلظت 5 و 8 میلی مولار نانوذره اکسید روی همراه با اسید مالیک بیشترین اثر مهاری را به ترتیب 11 و 34/5 میلی متر روی اشریشیا کلی و استافیلوکوکوس اورئوس از خود نشان داد (Barzegari Firouzabadi et al. 2016).

Wang و همکارانش در سال 2012 اثرات ضد میکروبی اکسید روی را روی *Escherichia coli* K88 مورد بررسی قرار دادند. این نانو ذره اثرات قوی ممانعت کنندگی از خود نشان داد. این ممانعت کنندگی با افزایش غلظت نانوذره رابطه مستقیم داشت. MIC و MBC به ترتیب 0/1 و 0/8 میکروگرم در میلی لیتر بود (Wang, et al.2012).با توجه به تحقیقات انجام شده و تحقیق حاضر میتوان به این نکته رسید که خود نانوذره اکسید روی دارای خاصیت ممانعت کنندگی خوبی روی دو سویه اشرشیا کلی و استافیلوکوکوس

اورئوس است که استافیلوکوکوس اورئوس نسبت به اشرشیا کلی در مقابل این نانو ذره حساس تر به نظر می رسد.یکی از روشهای بهبود یا تغییر خواص نانوساختارهایی مانند اکسید روی، ورود ناخالصی در ساختار آن است. نقره به دلیل اثر ضدمیکروبی قوی در برابر طیف وسیعی از میکروارگانیسم ها حتی در غلظت بسیار کم در چند دهه اخیر مورد توجه بسیاری از پژوهشگران قرار گرفته است. از زمان های طولانی از نقره به عنوان عامل ضدمیکروبی و برای جلوگیری از آسیب های ناشی از فعالیت قارچ و باکتری در زخم بندی و جراحت های عفونی استفاده شده است. آلاییده کردن (دوپ) نانوذره اکسید روی و نقره نیز طی مطالعات مختلفی انجام گرفته و نتایج مثبتی به همراه داشته است.طی بررسی Wang و همکارانش در سال 2017 فعالیت ضد میکروبی Ag/ZnO روی استرپتوکوکوس موتانس مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد Ag/ZnO در مقایسه با ZnO دارای اثرات ضد میکروبی بالاتری است (Wang et al.2017). در بررسی Matai و همکارانش در سال 2013 ویژگی های ضد میکروبی نانو ذره Ag–ZnO بر علیه استافیلوکوکوس اورئوس و سویه مقاوم به آنتی بیوتیک اشرشیا کلی مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد،حداقل غلظت مهار کننـــــدگی برای اشرشیا کلی مقاوم و استافیلوکوکوس اورئوس به ترتیب 550 و 60 میکروگرم در میلی لیتر نانوذره مشاهده گردید (Matai et al.2014).البته این مقدار در بررسی Lu و همکارانش (2008) برای اشرشیا کلی و استافیلوکوکوس اورئوس به ترتیب به ترتیب 600 و 400 میکروگرم در میلی لیتر نانو ذره Ag–ZnO مشاهده گردید (Hu, et al. 2016).بررسی Hu و همکارانش (2016) نشان داد، Ag/ZnO با 5درصد مول غلظت نقره دارای اثر ممانعت کنندگی علیه استافیلوکوکوس اورئوس، اشرشیا کلی با میزان مهار کنندگی به ترتیب21/7 و 18/4 میلی متر بود (Hu, et al. 2016). که این مقدار با میانگین ممانعت کنندگی تحقیق حاضر که برای دو ایزوله استافیلوکوکوس اورئوس 19.95 میلی متر و برای اشرشیا کلی16.95 میلی متر بود، مشابهت داشت. در بررسی Venkatasubramanian و Sundaraj در سال

2014، فعالیت ضد میکروبی Ag/ZnO در مقابل باکتری اشرشیا کلی مورد بررسی قرار گرفت و نشان داد استفاده از غلظت 0/025 درصد از اکسید روی و 7/5 درصد نقره دارای خاصیت ضد میکروبی بالایی است که این مقدار از زمانی که تنها از نانو ذره اکسید روی استفاده شد، بیشتر بود (Venkatasubramanian, et al.2014). همانطور که مشاهده می‌شود در تحقیق حاضر و تحقیقات گذشته اشاره شده، میزان مقاومت و حساسیت سویه‌ها متفاوت بوده و با توجه به نوع مواد غذایی، موقعیت جغرافیایی و شرایط تهیه و ... می‌تواند متغییر باشد. با افزایش مقاومت آنتی بیوتیکی باکتری ها، استفاده از درمان های جایگزین نظیر استفاده از نانو ذرات می‌تواند بسیار مناسب باشد.

منابع

سالیانی، م . جلال، ر . گوهرشادی، ا.تاثیرات pH و دما بر فعالیت ضد باکتریایی نانو ذرات اکسیبد روی. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه فردوسی مشهد. 1390.

Azam, . A Ahmed, . A.S. Oves, M. Khan, M.S.. Habib, S.S Memic, A. Antimicrobial activity of metal oxide nanoparticles against Gram-positive and Gram-negative bacteria: a Comparative study, Int. J. Nanomedicine 7 (2011) 6003–6009.

Barzegari Firouzabadi F., Marzban Z., Khaleghizadeh S., Daneshmand F., Mirhosseini M. Combined effects of zinc oxide nanoparticle and malic acid to inhibit Escherichia coli and Staphylococcus aureus. Iran J Med Microbiol. 2016; 10 (5): 52-59.

Emami-Karvani, Z. Chehrazi, P. Antibacterial activity of ZnO nanoparticle on Gram positive and gram-negative bacteria, Afr. J. Microbiol. Res. 5 (2011) 1368–1373.

Espitia, Paula Judith Perez, et al. "Zinc oxide nanoparticles: synthesis, antimicrobial activity and food packaging applications." Food and Bioprocess Technology 5.5 (2012): 1447-1464.

Faramarzi T, Jonidi jafari A, Dehghani S, Mirzabeygi M, Naseh M, Rahbar Arasteh H. A Survey of Bacterial Contamination of Food Supply in the West of Tehran. Journal of Fasa University of Medical Sciences/ May 2012/ Vol.2/ No.1/ P 11-18.

Ghosh, Tanushree, Anath Bandhu Das, Bijaylaxmi Jena, and Chinmay Pradhan. "Antimicrobial effect of silver zinc oxide (Ag-ZnO) nanocomposite particles." Frontiers in Life Science 8, no. 1 (2015): 47-54.

Gündoğan N, Citak S, Turan E. Slime production, DNase activity and antibiotic resistance of Staphylococcus aureus isolated from raw milk, pasteurised milk and ice cream samples. Food Control. 2006;17(5):389-92.

Hu, Yawei, Huirong He, Xia Kong, and Yangmin Ma. "Synthesis and Antibacterial Activities of Ag/ZnO Nanoparticles." In Key Engineering Materials, vol. 697, pp. 714-717. Trans Tech Publications, 2016.

Matai, I., Sachdev, A., Dubey, P., Kumar, S. U., Bhushan, B., & Gopinath, P. (2014). Antibacterial activity and mechanism of Ag–ZnO nanocomposite on S. aureus and GFP-expressing antibiotic resistant E. coli. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, 115, 359-367.

Venkatasubramanian, K., & Sundaraj, S. (2014). Antibacterial activity of Zinc Oxide and Ag doped Zinc Oxide Nanoparticles against E. coli. Chem Sci Rev Lett, 3, 40-44.

Wang, Chao, Lian-Long Liu, Ai-Ting Zhang, Peng Xie, Jian-Jun Lu, and Xiao-Ting Zou. "Antibacterial effects of zinc oxide nanoparticles on Escherichia coli K88." African Journal of Biotechnology 11, no. 44 (2012): 10248-10254.

Wang, Shilei, Jie Wu, Hao Yang, Xiangyu Liu, Qiaomu Huang, and Zhong Lu. "Antibacterial activity and mechanism of Ag/ZnO nanocomposite against anaerobic oral pathogen Streptococcus mutans." Journal of Materials Science: Materials in Medicine 28, no. 1 (2017): 23.

Synthesis of ZnO:Ag nanoparticle and Evaluation its antimicrobial activity against common Isolated bacterial pathogens from dairy products

Abstract

Synthetic nanoparticles have unique physical and chemical properties. The most important characteristic of these nanoparticles is having a higher surface area than its counterparts of larger size. In this research 45 samples of dairy raw products after dilution of samples, to isolate *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* was transferred to the Baird Parker Agar and Sorbitol Mac Conkey Agar mediarespectively and were identified using a series of specific tests. Zinc oxide-doped nano powder was synthesized by sol-gel method. Antimicrobial effects of nanoparticles were investigated by well diffusion method . Minimum inhibitory concentration (MIC) of Zinc oxide-doped nano powder and minimum bactericidal concentration (MBC) were determined. The mean diameter zone of the inhibitory growth of strains of *E. coli* PTCC 1399 and *E. coli* (1) and *E. coli* (2) were 22.5, 18.5 and 15.4 mm respectively at a concentration of 50 mg / ml and mean diameter zone of the inhibitory of *S. aureus* PTCC 1189, *S. aureus* (1) and *S. aureus* (2) standard strains were 24.5, 20.4 and 19.5 mm.In this concentration. MIC for *E. coli* PTCC 1399 was 1.75, *E. coli* (isolate 1) and *E. coli* (isolate 2) were 1.55 and 3.13 mg / ml, respectively. In the case of further experiments, this nanoparticle can be used as a preservative

Keywords: Nanoparticle, Zinc oxide, *Staphylococcus*, *Escherichia coli*, Antibiogram