



طرح استفاده از ازن در صنایع غذایی

جهت کاهش بار میکروبی و از بین بردن قارچ و کپک و مخمر

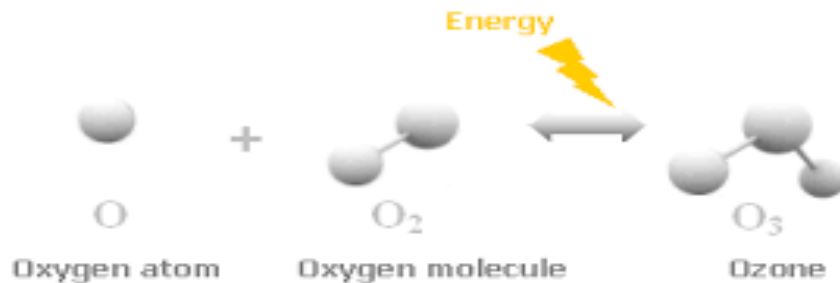
با استفاده از ازن ژنراتورهای صنعتی دائم کار

شرکت ازن تجهیز



معرفی ازن

ازن به طور طبیعی در اتمسفر تولید می شود. ازن سه اتمی با نماد O_3 و وزن ملکولی ۴۸ است. این ماده از اثر تابش نور ماورای بنفش (UV) یا بارالکتریکی فشار قوی بر اکسیژن (O_2) به وجود می آید. این گاز بی رنگ، نخستین بار توسط اسکونبین (Schonbein) در سال ۱۸۴۰ کشف شد. ازن در غلظت‌های بالا دارای بوی تند و زننده ای است ولی در غلظت‌های کمتر قابل حس نیست.



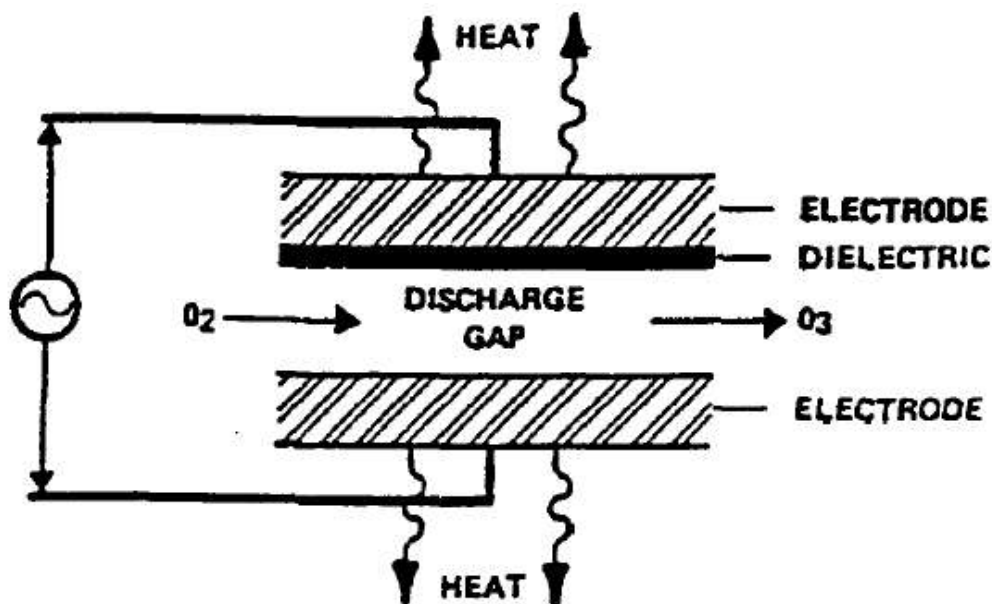
این ماده میکروبه‌ها را از طریق اکسایش و نابودی دیواره‌ی سلولی آن‌ها نابود می‌کند. نابودی میکرو ارگانیسم‌های بیماریزا نظیر اسپور باکتری‌ها، کیست‌ها و ویروس‌ها بدون نیاز به زمان طولانی از امتیازهای ازن است. مواد آلی مانند یک سپر ازن را خنثی کرده و از باکتری‌ها حفاظت می‌کند. از این رو برای نابودی میکروارگانیسم‌های احاطه شده با مواد آلی، نیاز به غلظت‌های بالاتری از ازن است. ازن ۵۰ درصد قوی‌تر از کلر و نیز قوی‌ترین ماده‌ی اکسیدکننده برای نابودی میکروب‌ها است. بر خلاف سایر گندزداها ازن در سطوح و غذاها پسماندی نداشته و به واسطه‌ی ترکیب با مواد آلی و یا تجزیه‌ی طبیعی به اکسیژن تبدیل می‌شود. نیمه عمر ازن در مقایسه با دیگر گندزداها پایین است. آب حاوی ازن (محلول ازن) قادر به گندزدایی سطوح، تجهیزات و مواد خام است. در شکل گازی، ازن به عنوان ماده‌ی نگهدارنده می‌تواند عمر ماندگاری محصول را افزایش دهد. ازن ماده‌ی اکسیدکننده‌ی قدرتمندی است و کاربردهای صنعتی زیادی دارد. مزایای استفاده از این گاز به شرح زیر است:

- ۱- ازن را به آسانی و در محل مورد نیاز می‌توان تولید کرد
- ۲- ازن یکی از موثرترین مواد اکسیدکننده است
- ۳- ازن به سرعت به اکسیژن تبدیل شده و پس‌ماندی ندارد
- ۴- واکنش ازن با مواد هیچ نوع ماده‌ی سمی تولید نمی‌کند

۵- در مقایسه با سایر مواد گندزدا سرعت عمل بیشتری دارد

۶- ازن بر طیف گسترده‌ای از میکروارگانیسم‌ها تاثیر دارد.

ژنراتور ازن از روش CORONA DISCHARGE برای تولید ازن با عبور هوا از یک میدان الکتریکی خیلی قوی که باعث جدا شدن مولکول دو اتمی اکسیژن (O_2) به دو اتم برانگیخته (O^-) می‌شود که به خاطر ناپایداری اش به آسانی به اتمهای اکسیژن دیگر ترکیب می‌شود و تشکیل ازن می‌دهد.



روش های تزریق ازن

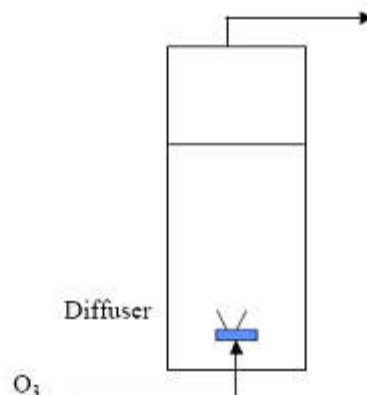
تزریق ازن در آب به دو روش زیر انجام می‌گیرد :

۱- روش Contact Column (ازن به صورت حبابهای ریز از زیر منبع به آب تزریق می‌گردد)

- Contact Column

- Efficiency

- 70% ozone dissolution



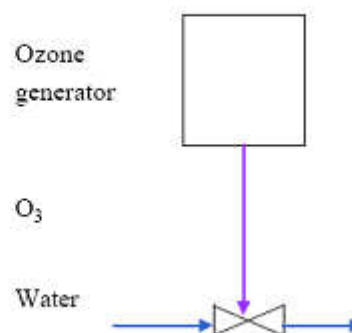
۲- روش Venturi

در این دستگاه برای تزریق ازن در آب از روش ونچوری استفاده می گردد و غلظت ازن موجود در آب بین ۱ppm تا حداکثر 4ppm قابل تنظیم می باشد.

- Venturi

- Efficiency

- 90% ozone dissolution





روش‌های اندازه‌گیری ازن

• کیت سنجی

این کیت از روش رنگ سنجی برای اندازه‌گیری ازن محلول در آب استفاده می‌شود قرص مورد استفاده در آن DPD ۴ است که مخصوص ازن طراحی شده است.

برای دقت بیشتر آزمایش پیشنهاد می‌شود زمان بین ازن زنی و نمونه‌گیری به حداقل برسد

۱. ابتدا کیت اندازه‌گیری را تا خط نشانه (۱۰ میلی لیتر) از آب ازن دار پر کنید.

۲. یک عدد قرص PDP ۴ را داخل محلول کاملاً خرد کنید.

۳. رنگ محلول در صورت وجود ازن پس از ۳۰ ثانیه به صورتی تغییر رنگ خواهد داد.

۴. حالا با مقایسه رنگ محلول و طیف رنگ کنار عدد مربوط را می‌خوانیم.

نکته:

✓ در صورت باز بودن قرص DPD ۴ از آن استفاده نکنید

✓ حداکثر زمان نمونه‌گیری تا انحلال قرص حداکثر ۶۰ ثانیه باشد

✓ در حضور مواد اکسیدکننده دیگر این روش خطا دارد

• سنسورهای الکترونیکی

دارای دو بخش ممبران و نمایشگر می‌باشد که قسمت ممبران را درون آب ازن دار قرار داده سپس میزان ازن در آب با نمایشگر نشان داده می‌شود.

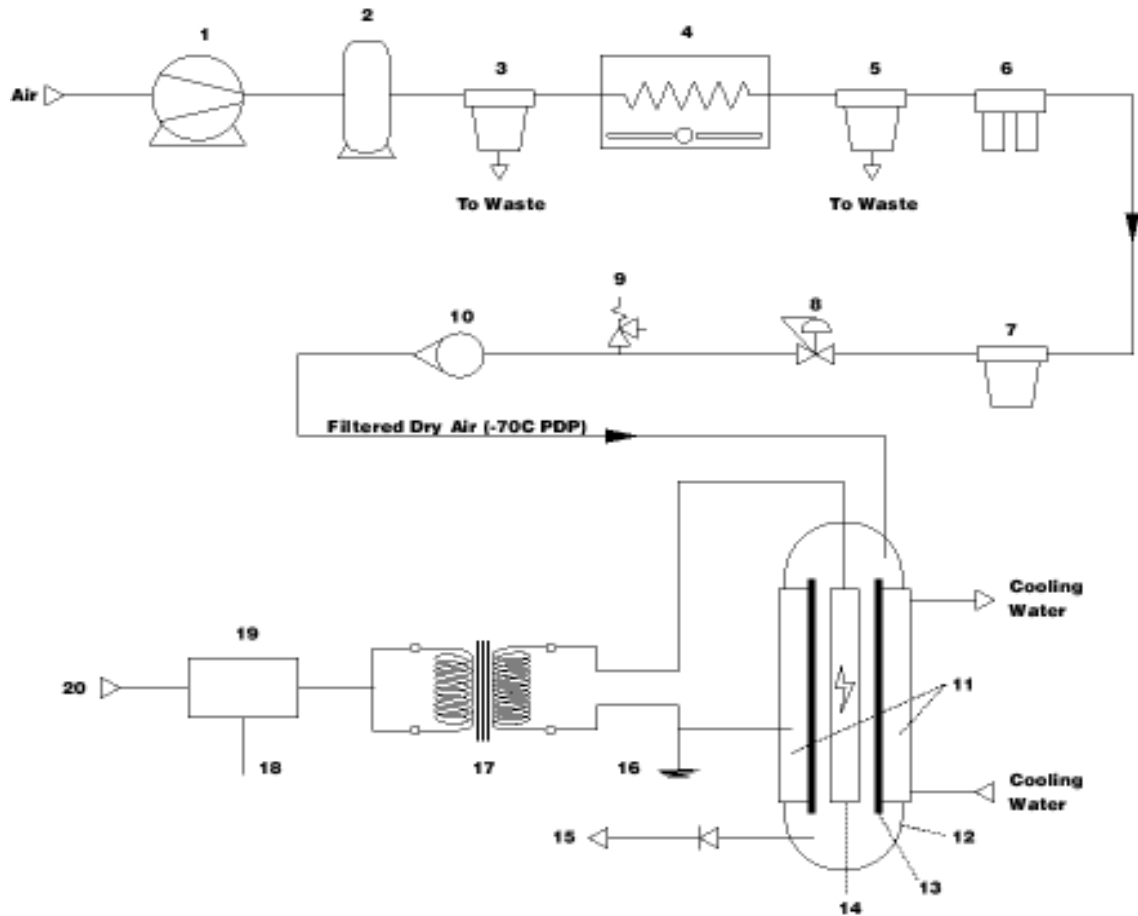
معمولاً این سنسورها دارای خروجی با قابلیت اتصال به دستگاه‌های ازن می‌باشد که از این طریق می‌توان میزان ازن محلول در آب را کنترل نمود.

روش ممبرانی یک روش پرهزینه می‌باشد به همین منظور اغلب از همان روش کیت سنجی استفاده می‌کند



دیگرام دستگاه ازن ژنراتور به صورت زیر است:

Typical Vertical Tube Ozonator Process Flow Schematic



- | | | |
|---------------------------------|--|------------------------------|
| 1. Air Compressor | 2. Air Receiver | 3. Pre-Filter |
| 4. Refrigerated Cooler | 5. 0.01µ Coalescing Filter | 6. -70 C Desiccant Air Dryer |
| 7. Dust Filter | 8. Flow Control Valve | 9. Pressure Relief Valve |
| 10. Air Flow Rota meter | 11. Cooling Water Jacket a Grounding Electrode | 12. Ozone Generator Cell |
| 13. Dielectric Tube | 14. High Voltage Electrode | 15. To Ozone Diffuser |
| 16. Cooling Water used as | 17. H.V Transmitter | 18. 4-20mA Control signal |
| 19. Voltage/Frequency Regulator | 20. 415V 50Hz Supply | |

شکل ۱- سیستم ازن زنی

ازن قویترین ضد عفونی کننده تجاری می باشد که جدول مقایسه قدرت ضد عفونی کنندگی آن با بعضی عناصر به صورت زیر است.

Biological Lethal Coefficients of Common Disinfectants

Ref: Hamil et Clowson, Water Technology, April 1997

Disinfectant	Entero-bacteria	Virus	Bacterial Spores	Amoebic Cysts
O ₃	500	5	2	0.5
HOCl	20	1	0.05	0.05
OCl ⁻	0.2	<0.02	<0.0005	0.0005
NH ₂ Cl	0.1	0.0005	0.001	0.02

BLC : high value = high disinfection power

ازن از کلر برای ضد عفونی بسیار قوی تر می باشد و مهمترین نکته آن از بین بردن تمامی میکرو ارگانیسمها بدون در نظر گرفتن ماهیت آن و با سرعت بیشتر می باشد که در جدول مقایسه ازن و کلر و UV آمده است

Comparing Disinfectants

	Ozone	UV	Chlore
E. coli	Yes	Yes	Yes
Salmonella	Yes	Yes	Yes
Giardia	Yes	Yes	Yes
Legionnaire	Yes	No	No
Crypto-sporidium	Yes	No	No
Virus	Yes	No	No
Algues	Yes	Non	No
THM	No	No	Yes
Cancer	No	No	Yes

Ozone Applications (Water) Rules of Thumb

Application	Conc. O3 (ppm)	Contact Time (min)
Reverse Osmosis Water	0.3 – 0.5	4 – 5
Drinking Water	1.0 – 2.0	5 – 10
Pool	0.3 – 0.7	1
Seafood Wash	0.1 – 0.15	1-2
Fruit & vegetable wash	0.2 – 0.4	1-5
Hydroponic	0.1 – 0.2	2-5
Cooling Tower	0.2 – 0.5	2
Pre-surgical wash	3 – 5	3-5

CT for Common Disinfectants

(pH = 6 - 9)

Ref: Hamil et Clawson, Water Technology, Avtil 1997

Micro-organisms	Free Chlorine Chloramine NH ₂ Cl	Chlorine Dioxide ClO ₂	Ozone O ₃
E.Coli	0.034 – 0.05	0.4-0.75	0.02
Rotavirus	0.01 – 0.05	0.2 – 2.1	0.006 – 0.06
G. lamblia cysts	47 – 150	—	0.5 – 0.6
G. muris cysts	30 – 630	7.2 – 18.5	1.8 – 2.0

* CT = Conc. O3 (ppm) x Contact Time (min)

* Established by EPA, 99.9% neutralisation of micro-organisms



اگر چه FDA ازن را به عنوان ضد عفونی کننده غیر مستقیم مواد غذایی به رسمیت شناخته بود ، ولی در سال ۲۰۰۱ این سازمان اجازه استفاده از ازن به عنوان ضد عفونی کننده مستقیم مواد غذایی را صادر نمود (FR Vol. ۶۶ FDA (No. ۱۲۳. June ۳۳۸۳۰-۳۳۸۲۹pp. ۲۶, ۲۰۰۱) که این عمل تحول عظیمی در استفاده از ازن به صورت گازی و یا محلول در آب برای کاهش بار میکروبی، ویروسی، قارچی و یا تک یاخته ای مواد غذایی به وجود آورد.

مقایسه عملکرد های ازن، اشعه U.V ، پرسیدین، کلر

با توجه به بررسی جدول نامبرده از فعالیتهای مواد ضد عفونی کننده موارد زیر به پیوست ارائه می گردد.

Application	$O_2+O_3 \rightarrow O_3$	U. V	$C_2H_4O_3 \rightarrow CO_2+O_2+H_2O$	Cl_2
درجه اکسید کنندگی	ازن 03	—	۱/۸۱	36/1
قابلیت طعم گیری آب	07/2	ندارد	ندارد	ندارد
آب PH تأثیر روی	دارد	دارد	دارد	ندارد
تأثیر بر روی کدورت آب	ندارد	دارد	ندارد	ندارد
غلبه بر کلیه میکرو ارگانیسم ها حتی ویروسها	ندارد	ندارد	ندارد	ندارد
و اسپورها	دارد	ندارد	ندارد	ندارد
کاهش زمان در استریل کردن (CIP خصوصاً	دارد	ندارد	ندارد	ندارد
قابلیت تولید و بهره وری در محل	دارد	دارد	دارد	دارد
شرایط خاص برای نگهداری	ندارد	دارد	دارد	دارد
هزینه های جانبی از قبیل حمل و نقل و نگهداری	ندارد	ندارد	ندارد	ندارد
سنسور آن لاین	دارد	ندارد	ندارد	ندارد
کنترل اتوماتیک مقدار تزریق ماده ضد عفونی در طول زمان های متفاوت	دارد	مصرف برق به همراه تعویض مداوم	خرید روزانه به صورت مداوم	خرید روزانه به صورت مداوم



فواید و مزایای استفاده از ازن نسبت به سایر مواد ضد عفونی کننده:

۱. ازن با درجه اکسید کنندگی بالاتر، فعالیت سریعتر، زمان اثر کمتر و تأثیر گذاری بهتر، نتایج مطلوب تری برای استریلیزاسیون نسبت به سایر روش ها دارا می باشد.

۲. سیستم های ازن به صورت سانترال و دائم کار هستند و نیاز به هیچ گونه ماده اولیه مصرفی به جز برق ۲۲۰ ولت ندارند. استفاده از این روش در مقایسه با سایر مواد مثل فرمالدئید که تهیه آن به صورت موقت و بر مبنای مقدار استفاده روزانه کارخانه انجام شده و هزینه های گزاف خرید، حمل و نقل و نگهداری را در پی دارد، از لحاظ اقتصادی در صنعت مقرون به صرفه بوده و هزینه های جانبی را در گذر زمان به صفر خواهد رساند.

۳. استفاده از گاز ازن جهت ضد عفونی اتاق گاز علاوه بر اکسیژن دهی فراوان به محیط، خطرات تنفسی ناشی از استشمام ترکیبات شیمیایی را نیز تا حد زیادی کاهش می دهد.

۴. استفاده از گاز ازن با توجه به وسیع الطیف بودن تأثیر این گاز روی میکرو ارگانیسم های مختلف، اطمینان خاطر بیشتری نسبت به سایر ضد عفونی کننده ها در پی دارد و تأثیر بالای این گاز بر روی قارچ در مناطق مرطوب به صورت عملی مشهود می باشد.

۵. از دیگر کارایی های استفاده از گاز ازن قابلیت بالای حذف بوی این گاز در محیط های دارای بو می باشد که علاوه بر از بین بردن ترکیبات آروماتیک مضر و نامطبوع، با افزایش اکسیژن موجب با طراوت شدن هوای محیط نیز می گردد. می توان برای استفاده بهینه از گاز ازن تولیدی، کانال کشی جداگانه ای جهت انتقال گاز ازن اتاق دود به سمت انبارهای نگهداری تخم مرغ انجام داد که این امر در استریل نمودن محیط انبار نگهداری تخم مرغ بسیار مفید می باشد.

۶. از دیگر خصوصیات سیستم ازن ژنراتور سادگی کار کردن با دستگاه می باشد چرا که برنامه ریزی سیستم با توجه به شرایط اتاق گاز در کمپانی تولید کننده انجام گرفته است و با تعبیه نمودن تایمر در دستگاه، تنها نیاز به استارت کردن آن باقی می ماند.

۷. در فرآیند دود دهی با استفاده از روش ازن ماده اولیه مصرفی تنها اکسیژن هوا می باشد. لذا دغدغه خاطری نسبت به تأمین مواد شیمیایی دیگر و حمل و نقل و نگهداری آنها وجود نداشته و هزینه های مربوطه حذف شده و علاوه بر آن نیاز به حفظ درجه حرارت ۲۵ درجه نمی باشد که این امر خطای اپراتور را به حداقل می رساند.

فاکتورهایی که بر میزان و سرعت تاثیر ازن در موثر می باشد:

- غلظت ازن
- دما = اثر ازن با افزایش دما بالا می رود
- pH برای اغلب میکروب ها بین ۵.۷ تا ۱۰.۱ عمل می کند
- نوع آلودگی موضوع ضد عفونی
- نوع و میزان مقاومت میکروب های موجود
- محل و غلظت میکروب ها
- وجود تخم باکتری ها و یا قارچ ها
- نحوه استفاده از ازن

مکانیسم عمل ازن بر روی باکتریها

باکتریها میکروارگانیسم های کوچکی میباشند که دارای ساختمان ساده و ابتدایی میباشند. مولکول ازن با اکسید کردن گروه های سولفیدریک پروتئینی سلول باکتری را غیر فعال میکند. در دزهای بالاتر با حمله به جداره ی سلول باکتری، موجب از هم گسیختگی و پارگی دیواره و غشاء خارجی و مرگ باکتری میشوند.

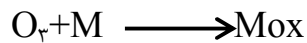
مکانیسم عمل ازن بر روی ویروس ها

ویروسها ذراتی غیر مستقل هستند که تنها در سلول میزبان رشد و تکثیر مییابند. هر ذره ویروس شامل یک مولکول اسید نوکلئیک DNA یا RNA است. در اطراف این مولکول پوششی از جنس پروتئین قرار دارد که کپسید نامیده میشود. وظیفه ی کپسید محافظت از اسید نوکلئیک ویروس و امکان پذیر کردن اتصال و دخول ویروس به میزبان میباشد. هر مولکول ازن با نفوذ از میان پوشش پروتئینی، اسید نوکلئیک ویروس را تخریب میکند و در غلظتهای بالاتر مولکول های ازن با تخریب پروتئین کپسید، سلول ویروسی را منهدم میکنند.

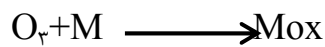
تأثیر ازن بر قارچها

از طریق از بین بردن پروتئینهای پوشش اسپور باعث نابودی آنها میشود واکنش ازن با ترکیبات به دو صورت میباشد:

۱. واکنش مستقیم: این نوع واکنش بیشتر در ترکیبات غیر اشباع رخ میدهد. بطوریکه ازن در محل پیوند دوگانه وارد میشود و واکنش میدهد



۲. واکنش غیر مستقیم: بیشتر در ترکیبات اشباع رخ میدهد که منجر به تجزیه ازن به رادیکال آزاد میشود و این رادیکال ها با ترکیبات مورد نظر واکنش میدهند.



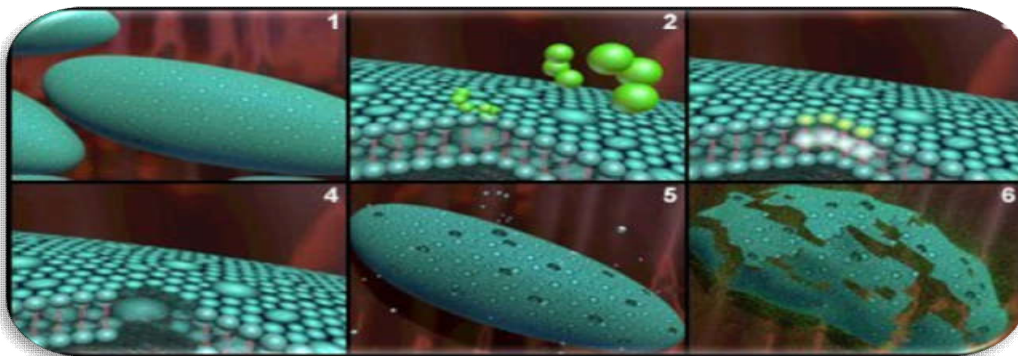
واکنشهای ازن با میکرو ارگانیسمهای مختلف، در سیستمهای آبی به دو روش، واکنشهای مستقیم ازن مولکولی و وجود رادیکالهای آزاد حد واسط صورت می گیرد. در این رابطه دلایل اصلی از بین رفتن باکتریها بوسیله ازن که توسط محققین ارائه شده عبارتند از:

۱- حمله مولکولی ازن به باند های دوگانه غیر اشباع چربیها در سطح سلول باکتری

۲- از بین رفتن لایه های لیپو پروتئین و لیپو پلی ساکارید و نهایتا تغییر در نفوذ پذیری و تجزیه سلول

۳- انعقاد پروتئین های سلولی، تخریب آنزیمها و تبدیل S-S به H-S و نهایتا مرگ سلول

۴- تخریب مواد ژنیتیکی سلول





مواد سازگار با ازن:

- سرامیک
- شیشه
- استنلس استیل L ۳۱۶ و L ۳۰۴
- تفلون ETFE و PTFE
- گورتکس

موادی ناسازگار با ازن:

- ازن باعث نابودی فولاد، مس، لاستیک، و کائوچو می شود.
- لذا تمامی دستگاه ازن زنی و لوله های متعلق به دستگاه که محل عبور ازن محلول است بایستی از جنس فولاد ضد زنگ یا آلومینیوم باشد.

ایمنی ازن

حد آستانه مجاز ازن در طی ۲۴ ساعت کاری عبارت است از:

- ۰.۰۵ppm برای کار های سخت
- ۰.۰۸ppm برای کار های متوسط
- ۰.۱ppm برای کارهای سبک

ازن همانند اکسید کننده های دیگر از قبیل کلرین و پراکسید هیدروژن گاز اکسید کننده پر قدرتی است که بایستی در استفاده از آن دقت نمود و زمان تعیین شده را رعایت کرد.

میزان ازنی که به صورت طبیعی در اطراف ما وجود دارد معادل ۰.۱-۰.۱۵ ppm میباشد.

قابل ذکر است که استفاده از اکسیژن فعال در صنایع غذایی و آبهای آشامیدنی در تاریخ ۸/۹/۱۳۸۲ به تائید وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی ایران (معاونت غذا و دارو) نیز رسیده است.



مراکز تایید کننده ازن در دنیا

- ✓ سازمان غذا و داروی آمریکا FDA در ۲۶ ژوئن ۲۰۱۲ کاربرد ازن را بعنوان یک ماده ضد باکتریایی در صنایع تصویب نموده است.
- ✓ آژانس حفاظت محیط زیست EPA
- ✓ سازمان سلامت شغلی آمریکا OSHA
- ✓ همچنین دارای تأییدیه FSIS
- ✓ انستیتو ملی بهداشت و سلامت شغلی NIOS
- ✓ سازمان بهداشت جهانی WHO
- ✓ معاونت غذا و داروی وزارت بهداشت و درمان و آموزش پزشکی ایران در تاریخ ۱۳۸۲/۰۹/۰۸ استفاده از ازن در صنایع غذایی و آب های آشامیدنی را تأیید کرد است.

استفاده از ازن در کلیه کارخانجات صنایع غذایی

الف) ضد عفونی هوای سالن ها:

انتشار و پخش میکروارگانیسم ها عامل فساد از طریق هوا باعث آلودگی و افزایش بار میکروبی محصولات غذایی می گردد. برای کاهش بار میکروبی نیز می بایستی هوای سالن های تولید، UF، بسته بندی، سردخانه و ... عاری از هر گونه میکروارگانیسم باشد. دستگاه ازن ژنراتور به دو صورت عمل ضد عفونی را در محیط سالن ها بدون در نظر گرفتن هیچ محدودیتی انجام می دهد. جهت اطمینان بیشتر این دستگاه مجهز به سیستم مانیتورینگ می باشد که می تواند به صورت آن لاین مقدار ازن را در هوا اندازه گیری و کنترل نماید. این دستگاه یک ساعت پس از خروج آخرین کارگر از سالن به صورت اتوماتیک روشن شده و گاز ازن با غلظت بالا در محیط تزریق می گردد این کار تا دو ساعت قبل از ورود اولین نفر به داخل سالن ادامه دارد و تمام میکروارگانیسم ها و حتی اسپور ها در این مدت از بین می روند. جهت اطمینان بیشتر این دستگاه مجهز به سیستم مانیتورینگ و سنسور حساس به ازن می باشد و به صورت آن لاین مقدار ازن موجود در هوا را اندازه گیری و بر روی صفحه نمایشگر نشان می دهد.

ب) ضد عفونی هوای سردخانه ها:

از جمله فعالیتهای شرکت در بخش سردخانه ها می توان به استریل و ضد عفونی کردن سالن های سرد اشاره کرد که علاوه بر ماندگاری بیشتر محصولات، موجب کاهش بار میکروبی و حفظ طعم و مزه خواهد شد.

همچنین گاز ازن در سردخانه های نگهداری میوه موجب بلوکه شدن گاز اتیلن شده و مانع از رسیدگی زود هنگام میوه می گردد.

در سردخانه های گوشت و مواد پروتئینی بدلیل وجود جریان هوا، بارگیری های مکرر و آمد و شد فراوان، احتمال ورود میکروارگانیسم های عامل فساد مواد غذایی و انتشار آنها در محیط زیاد است. همچنین در سردخانه های جگری که بار میکروبی زیاد است، فساد و آلودگی این مواد به سرعت انجام می شود. لذا لزوم استفاده از سیستم هایی مطمئن و استاندارد جهت ضد عفونی کردن سردخانه ها بیش از پیش ضرورت پیدا می کند. این دستگاه با تولید مداوم ازن، هوای سالن را بطور دائمی استریل نگه می دارد و در نتیجه با ورود هر میکروارگانیسم بیماریزای جدید قبل از اینکه میکروارگانیسم فرصت انتشار وسیع در محیط را داشته باشد از بین خواهد رفت. همچنین گاز ازن در سردخانه های بالای صفر که محل نگهداری میوه ها و سبزیجات است موجب بلوکه شدن گاز اتیلن شده و از موارد زیر جلوگیری بعمل می آورد:

- ۱- مانع از رسیدگی زود هنگام میوه می شود.
- ۲- مانع از کاهش بذر میوه می گردد.
- ۳- از گندیدگی میوه جلوگیری بعمل می آورد.
- ۴- از توسعه ضریب خوردگی میوه و انتشار آن به دیگر نقاط میوه در هنگام برداشت در اثر سهل انگاری نیروی انسانی جلوگیری می کند.

ج) ضد عفونی سیستم انتقال (لوله ها، تانک های ذخیره)

پس از اتمام عملیات فرآوری، جهت شستشو و استریل خطوط تولید آب با غلظت بالای ازن پیشنهاد می گردد. در این قسمت یک دستگاه ازن ژنراتور در نزدیکترین مکان نسبت به مخزن نهایی نصب می گردد. ازن به صورت مداوم با غلظت بالا در آب تزریق شده و آبی با خاصیت استریل کنندگی بالا تولید نموده، این آب ازن دار به



مدت ۱۰ دقیقه سیرکوله می گردد. بنابراین تمام خطوط و سطوح انتقال شیر در مدت ۱۰ دقیقه استریل می شود. این کار بلافاصله پس از اتمام عملیات فراوری باید انجام گیرد.

۱. از بین بردن باکتریها، قارچها و بیوفیلیم ها (باکتریهایی که پوششی از مواد بر روی آنها قرار گرفته و داخل سیستم باقی مانده و با ضد عفونی معمولی از بین نمی روند)
۲. کاهش مصرف آب بطور قابل توجهی با توجه به رطوبتی بودن محیط؛ از دستگاه ازن ژنراتور مخصوص مکانهای با رطوبت بالا استفاده می شود که در این سیستم مدارهای الکترونیکی و الکتروود دستگاه ضد رطوبت می باشد. ورودی ازن ژنراتور، هوای فشرده و اکسیژن می باشد. و سیستم خنک کننده الکتروود استفاده همزمان از هوا و آب می باشد.
۳. حذف کلیه محلول های ضد عفونی اعم از (پرسیدین، آب اکسیژنه، کلر و ...)
۴. حذف آب داغ ۹۰ درجه سانتیگراد که به مرور زمان باعث از بین رفتن فیتینگها می شود.
۵. کاهش مصرف انرژی
۶. کاهش زمان CIP (قسمت ضد عفونی)
۷. کنترل اتوماتیک و ثابت ماندن قدرت ضد عفونی کننده در طول CIP
۸. تولید و بهره وری مداوم در محل و عدم نیاز به خرید و نگهداری مواد

(د) ضد عفونی آب مصرفی و آب های آشامیدنی در صنایع غذایی :

استفاده از سیستم های تصفیه آب با استفاده از ازن موردی است که از صدها سال پیش در فرانسه مورد استقبال قرار گرفته است ولی در آمریکا بعد از گذشت سالها و انتقال برخی بیماریها به وسیله آب مصرفی (کلر کارایی چندانی روی این ویروسها ندارد) مورد تأیید FDA قرار گرفته و هم اکنون نیز به عنوان قوی ترین ضد عفونی کننده مورد استفاده قرار می گیرد .

موارد کاربردی ازن در تصفیه آب را می توان در ۴ بخش ذکر کرد :

- ۱- تصفیه آب که باعث استریل کامل آب ضمن حذف طعم و بو و مواردی از قبیل آهن و منگنز از آب می شود
- ۲- ضد عفونی و از بین بردن مواد آلی در آب.



- ۳- ویژگی منعقد سازی ازن که باعث حذف ذرات کلوئیدی در فیلترهای شنی می شود .
- ۴- حذف رنگ و طعم آب .

در این خصوص می توان به ویلاهای خصوصی، مجتمع های آپارتمانی، کارخانجات آب معدنی، کارخانجات مواد غذایی و صنعتی اشاره کرد.

بر خلاف سایر ضد عفونی کننده ها ازن هیچ باقی مانده شیمیایی در محیط بر جا نمی گذارد .

و) ضد عفونی سطوح، کف سالن ها، بطری ها و تانکرهای حمل:

یکی دیگر از مشکلات عمده در کارخانجات صنایع غذایی آلودگی های موجود در کف سالن، سطوح و تانکرهای حمل فرآورده ها می باشد که رعایت نکات بهداشتی برای این قسمت ها نیز ضروری و دارای اهمیت بالایی است. جهت جلوگیری و حذف میکروارگانیسم های موجود در این بخش ها و همچنین آلودگی های ثانویه ای که از طریق ظروف موجود هستند، نیز روش ضد عفونی و استریل با ازن پیشنهاد می گردد. ازن به عنوان یکی از قوی ترین گندزداها می تواند جایگزین مناسبی باشد به این ترتیب گاز ازن بصورت آن لاین در مسیر آب شست و شو تزریق و آب ازن دار با غلظت 0.7 ppm تا 1 ppm را جهت شست و شو ارسال کرده و بطری ها و ظروفی که با این آب در تماس هستند کاملا ضد عفونی شده و با درصد اطمینان بیشتری استفاده می شوند.

با توجه به مرطوب بودن محیط، از دستگاه ازن ژنراتور مخصوص مکانهای با رطوبت بالا استفاده می شود که در این سیستم مدارهای الکترونیکی و الکتروود دستگاه ضد رطوبت می باشد. ورودی ازن ژنراتور، هوای فشرده و اکسیژن می باشد. و سیستم خنک کننده الکتروود استفاده همزمان از هوا و آب می باشد.

ازن هم اکنون در جهان به عنوان ضد عفونی کننده پیشرو در زمینه های آب آشامیدنی، آب معدنی، هوا، استخر، محصولات کشاورزی، انبارها، سردخانه ها، کانتینرهای حمل مواد غذایی، سطوح، سالنها، صنایع لبنی، کارخانجات مواد غذایی و خطوط تولید و بسیاری زمینه های دیگر شناخته شده است.

ه) استفاده از ازن در تصفیه فاضلاب صنایع غذایی:

- ۱- گندزدایی پساب تصفیه شده
- ۲- استفاده از ازن در تانک هوادهی برای تبدیل COD به BOD و تجزیه پذیری بیولوژیکی بیشتر فاضلاب، ضمن ته نشینی بهتر در حوضچه های ته نشینی ثانویه
- ۳- از بین بردن باکتری های رشته ای (فیلامنت ها) که باعث به هم خوردن ته نشینی و Bulking می شود
- ۴- از بین بردن ناکاردیا که باعث کف ناکاردیا می شود
- ۵- افزایش ظرفیت تصفیه خانه ها با افزایش راندمان تصفیه بیولوژیکی
- ۶- کاهش تولید لجن به نصف و کمتر
- ۷- قابلیت حذف کلیه میکروارگانیسم ها بدون مقاومت پذیری نسبت به ازن
- ۸- تصفیه آب برجهای خنک کننده (بدون نیاز به ضد رسوب و ضد خوردگی با کاهش زیر آب)

کاربردهای گاز ازن در محصولات شیلاتی

ارزش غذایی ماهی

ماهی دارای ارزش تغذیه ای بسیار بالایی است و اکثر مواد مغذی مفید و ضروری برای انسان را به تنهایی داراست. ولی ویژگی مخصوص ماهی که آن را بین سایر مواد غذایی حائز اهمیت خاص ساخته است، نوع چربی موجود در آن است.

ماهی و محصولات دریایی با وجود آن که جزو مواد غذایی حیوانی هستند، ولی از نظر ترکیب چربی با سایر مواد حیوانی متفاوت اند. چربی موجود در مواد غذایی حیوانی به طور عمده حاوی ترکیباتی به نام اسیدهای چرب اشباع شده هستند که این ترکیبات موجب بالا بردن کلسترول و سایر چربی های نامطلوب خون می شوند. بنابراین افراط در مصرف چربی های حیوانی، سلامت قلب و عروق را به خطر انداخته و در نهایت منجر به سکتته های قلبی و مغزی می شود. ولی ماهی و آبزیان با وجود آن که از دسته مواد غذایی حیوانی هستند با این



حال نوع چربی موجود در آنها مشابه مواد گیاهی است و از اسیدهای چرب اشباع نشده به نام امگا ۳ در آبزیان وجود دارد که اثرات بسیار مهمی در سلامت انسان به عهده دارد و در پیش‌گیری از بسیاری از بیماریها و کنترل و کمک به بهبود اختلالات و عوارض مختلف نقش مهم و سازنده‌ای به عهده دارد. جالب است بدانیم که چربی موجود در بافت‌های ماهی و آبزیان تنها موجب افزایش کلسترول و سایر چربی‌های نامطلوب خون و عوارض قلبی و عروق کمک مؤثری نیز می‌کند. ماهی از منابع بسیار خوب پروتئین محسوب می‌شود. پروتئین موجود در ماهی از نظر کمیت و کیفیت قابل توجه است، بدین معنی که پروتئین موجود در ماهی به شکلی است که به آسانی در دستگاه گوارش هضم و جذب می‌شود و به طور تقریباً کامل در بدن به مصرف می‌رسد.

از گاز ازن می‌توان در صنایع مختلفی نظیر صنایع گوشتی، صنایع شیلاتی، غلات، سردخانه‌های میوه جات و سبزیجات و بسته بندی مواد غذایی استفاده نمود. گاز ازن را میتوان جهت کاهش بار میکروبی محصولات شیلاتی و بهبود وضعیت ایمنی محصولات، استفاده در نظافت و گند زدایی و شستشوی وسایل و تجهیزات، تصفیه ضایعات فرآورده‌های شیلاتی استفاده نمود. گاز ازن میتواند با کاهش موادی نظیر تری متیل آمین سبب بهبود خواص حسی و بهبود رنگ گوشت ماهی گردد. همچنین تیمار کردن ماهیانی نظیر تن، ماکرل، سالمون و میگوی تازه با محلول ازن حاوی ۱.۲ درصد نمک، کاهش چشمگیر بار باکتریایی را در آنها نشان داد. محلول ازن می‌تواند زمان ذخیره سازی را به مدت ۲۰ الی ۸۰ درصد افزایش دهد. محصول مورد استفاده جهت تیمار با محلول ازن بایستی بصورت تازه باشد. از یخ حاوی ازن برای خنک سازی ماهی استفاده نمود که منجر به کاهش بار میکروبی و افزایش زمان ماندگاری میشود. در بررسی دیگر از گاز ازن جهت فرایند شستشوی سوریمی *dark-fleshed fish* استفاده شد که نتایج بهبود رنگ و کاهش PH را نشان داد. همچنین سبب کاهش لزوج سطحی، کاهش بار باکتریایی و افزایش زمان ماندگاری در *redfish* گردید. بررسیهای متعددی نشان داده است که ازن میتواند با کاهش میکروارگانیسمهای مهمی نظیر *Vibrio cholera*، *Salmonella*، *E. coli* و *V. parahaemolyticu* سبب کاهش بار باکتریایی در محصولات شیلاتی گردند. همچنین استفاده از گاز ازن جهت افزایش ایمنی و کیفیت محصولات به عنوان یک عامل موثر در مواد غذایی بسته بندی شده میباشد که از مهمترین آنها می‌توان به ضدعفونی سطوح و ماشین آلات بسته بندی، ضدعفونی هوای کلیه سالن های تولید و بسته بندی، شستشوی بطریها و ظروف بسته بندی و سازگاری با بیشتر مواد مورد استفاده در بسته بندی اشاره کرد.



مزایای استفاده از یخ ازنه در نگهداری و افزایش ماندگاری ماهی

- بهبود کیفیت ماهی و کنترل بو
- ماندگاری ازن در غلظت های مشخص در مدت زمان کوتاهی در حدود ۱ الی ۲ دقیقه باعث از بین رفتن باکتری های مختلفی از قبیل salmonella و cholera که در غذاهای دریایی موجود می باشد، گردیده و تازگی آنها را حفظ می کند.
- ازن جایگزین مناسب و ایده آلی در محلول های نگهداری ماهی می باشد و مانند کلر و سایر گندزداها، باقی مانده مضر و سرطان زا برجای نمی گذارد و باعث کاهش میزان میکروب در سطح ماهی می شود.
- تصور همگان این است که اکسیژن تولیدی از مازاد ازن (به عنوان یک عامل اکسید کننده) یکی از عامل های فساد ماهیان ذخیره شده در تانک های نگهداری می باشد ولی در عمل خلاف آن ثابت گردیده است به عبارت دیگر ازن موجب افزایش زمان مجاز ماندگاری ماهی می شود.
- بهترین راه برای کم کردن خطر پایین آوردن ضایعات و آلودگی هوا، پایین آوردن درجه حرارت محفظه پس از صید می باشد. ایجاد سیستم خنک کننده به همراه محیطی عاری از میکروب کمک می کند که ماهیان برای مصارف انسانی کم خطرتر شوند و در عین حال باید محیط استریلیزه از ایجاد بوی ناراحت کننده و ضخم کاسته و از تراوش مواد بین بافتی به خارج جلوگیری می کند. ازن به عنوان یک عامل گندزدا به همراه یخ تزریقی خواهد توانست شرایطی را فراهم کند که نه تنها باعث حذف عوامل میکروبی می شود بلکه خواهد توانست با قابلیت تبدیل شدن به اکسیژن عوامل بو را نیز از بین ببرد .

هدف از اجرایی شدن طرح یخ ازنه در نگهداری ماهی:

به طور کلی ایجاد شرایط بهینه و سالم در جابجایی و عرضه ی ماهی با هدف تولید اقتصادی تحت ده سامانه انجام می گیرد که عبارتند از:

- انتقال دانش فنی در بهبود مشکلات صنایع شیلاتی و بازار آبریان جهت توزیع ماهی تازه.
- جایگزین نمودن روش های بهینه و استاندارد در مقایسه با روش های سنتی و پیشین.
- حفظ کیفیت ماهی و عدم انجماد ماهی و عرضه به مشتریان به صورت تازه.

- جلوگیری از تولید، عرضه و مصرف فرآورده های ناسالم و غیر بهداشتی آبزبان.
- اجرایی شدن جابجایی و Handling نمودن ماهی و سایر محصولات دریایی با افزایش در مدت زمان حفظ و ماندگاری آنها .
- نگهداری ماهی به مدت طولانی و کاهش خسارت.
- ارتقاء سطح بهداشت فرآورده های آبری از طریق بهبود روش های صید، تحویل گیری، جابجایی، فرآوری و عرضه آبزبان.
- جلب اعتماد عمومی و افزایش مصرف سرانه آبزبان از طریق اعمال کنترل و نظارت های بهداشتی در زنجیره تولید تا مصرف و تولید و عرضه محصولات سالم و بهداشتی.
- اقتصادی شدن تولید از طریق کاهش ضایعات و جلوگیری از فساد و ضایع شدن آن.
- افزایش سرمایه گذاری و اشتغال زایی بیشتر به دلیل بالا رفتن مصرف سرانه

استفاده از ازن به دلایل قدرت و سرعت بالا به عنوان یک ماده ضد میکروبی، سبب افزایش عمر ماندگاری محصول در فرآوری مواد غذایی و بسته بندی آن پیشنهاد میشود که سبب افزایش کیفیت، بالا بردن عمر ماندگاری مواد غذایی بسته بندی شده و سود اقتصادی بیشتر میباشد. ازن به دلیل تاثیر قاطع و امکان کاربرد آن بصورت مایع و همچنین بعنوان یک روش غیر حرارتی موثر باعث شده است که این گاز برای طیف وسیعی از مواد غذایی کاربرد داشته باشد. علاوه بر این با بهره گیری از روش های ترکیبی ازن با سایر روشهای فیزیکی و شیمیایی میتوان جهت افزایش کارایی این روش جهت مواد غذایی استفاده نمود. همچنین بایستی میزان مقاومت مواد مورد استفاده در صنعت بسته بندی به ازن و پتانسیل های اکسیداسیون آنها مورد بررسی قرار گیرد و با شناسایی این قبیل مواد بتوانیم بهترین ترکیب را جهت استفاده در صنعت بسته بندی همراه با ازن بکار بریم و قدم های بلندتری را در جهت امنیت غذایی بیشتر برداریم.

ضد عفونی لاشه مرغ با ازن زنی در کشتارگاه

در کشتارگاه ها کشتار مرغ به روش اتوماتیک و به صورت روزانه انجام می شود و در مرحله آخر شستشوی نهایی لاشه مرغ با دوش آب انجام می شود. برای کاهش بار میکروبی و افزایش ماندگاری مرغ از تکنولوژی جدید

ازن استفاده می شود. در این حالت بار میکروبی لاشه مرغ به شدت کاهش یافته و سطح گوشت عاری از هر گونه میکروب و باکتری می شود.

در کشتارگاه طیور نیز ازن به راحتی میکروارگانیسمها را از بین می برد که از جمله مهمترین آنها در کشتارگاهها می توان به *E. coli* O157:H7, *Salmonella* Spp. and *Shigella* Spp. اشاره کرد.

موارد استفاده ازن در کشتارگاه های طیور:

۱- دوشهای آب ازن دار در سالن ها:

در این سالنها لاشه های مرغ توسط آب ازن دار (به مقدار ۲ ppm ازن که توسط دستگاه در آب تزریق شده) شستشو می گردد و بار میکروبی لاشه مرغ کاهش می یابد. ازن اضافه که در حین ریز شدن قطرات آب مقداری از آن خارج می گردد توسط هود به بیرون منتقل می گردد .

۲- آب چیلر :

در سالن بسته بندی که شامل دو چیلر سه متری می باشد ازن در آب چیلر شش متری به مقدار ۶ ppm تزریق می گردد. لاشه مرغ با آب ازن دار ۱۵ دقیقه در تماس می باشد و بار میکروبی لاشه پس از چیلر به شدت کاهش می یابد. ازن اضافه که در حین چرخش هایش مقداری از آن خارج می گردد توسط هود به بیرون منتقل می گردد .

می توان گفت که تقریباً در تمام صنایع غذایی از ازن برای استریلیزاسیون و ضدعفونی و بالا بردن زمان ماندگاری استفاده می شود. ازن بدون در نظر گرفتن ماهیت باکتری و ویروس و قارچها و حتی اسپورها را از بین می برد.

کاربرد ازن در فراورده های گوشتی

گوشت از جمله مواد غذایی است که قابلیت آلودگی آن بسیار زیاد است. سطح خارجی گوشت به دلیل وجود میکروارگانیسم های موجود در هوا و محیط سالنها به محض باز نمودن حیوان و عملیات برش، جابجایی و بسته بندی بسرعت آلوده می شود. مثلاً به محض برش و چرخ کردن آلودگی های سطحی گوشت، به داخل آن رسوخ

می کند و عملاً میکروارگانیزم ها در لایه های داخلی گوشت استقرار می یابند. شستشو و ضدعفونی لاشه های گاو، گوسفند مرغ و ...

فرآورده های گوشتی با محتویاتی مانند نمک و مواد افزودنی شیمیایی برای ماندگاری بیشتر تولید شده اند که هریک از آنها بستری مناسب برای ابتلا به سرطان های دستگاه گوارش و روده ها را به وجود می آورند.

گوشت به دلایل گوناگون از فساد پذیرترین مواد غذایی است چرا که به عنوان یک منبع مغذی حاوی مقادیر زیادی از ترکیبات ضروری برای رشد باکتریها، مخمرها و کپک ها می باشد PH گوشت در محدوده ۶/۵ - ۵/۵ بوده که این محدوده برای رشد اکثر باکتری ها بسیار ایده آل می باشد. به طور کلی پس از کشتار، انواع باکتری ها قادرند به طور وسیعی در گوشت فعالیت کنند، لیکن بکارگیری عوامل خارجی نظیر سرد کردن گوشت، باعث محدود شدن فعالیت و رشد میکروارگانیسم ها میگردد. چنانچه در نگهداری و یا بسته بندی گوشت از ازن استفاده شود، این روش موجب تغییر دادن میکروفلورا و کنترل جمعیت میکروبی گوشت خواهد شد. غالباً باکتری های گرم منفی نظیر سرما دوست ها و باکتری های کپکی شکل هوازی به عنوان میکروفلورای مولد فساد در گوشت معرفی می شوند و باکتری سودوموناس و اسینوباکتر و سایکروباکتر در فساد گوشت حائز اهمیت هستند .

در میان کپک های مولد فساد در گوشت جنس هایی مانند تامنیدیوم، موکور و رایزوپوس از اهمیت بیشتری برخوردارند، همچنین کلادسپوریوم عامل لکه یا فساد سیاه، پنی سیلیوم عامل فساد سبز و اسپوروتریکوم و کریزوسپوریوم عامل لکه های سفید رنگ بر روی گوشت هستند .

باکتری ها و مخمرها بیشترین نقش را در فساد میکروبی سوسیسی، کالباس و فراورده های مشابه دارند که این فساد معمولاً به سه شکل دیده می شود:

۱- ایجاد اسلایم ۲- ترش شدن ۳- سبز شدن

اسلایم معمولاً بر سطح خارجی پوشش این فرآورده ها به وجود می آید که در مراحل پیشرفته به صورت لایه خاکستری رنگی است. از این لایه می توان میکروارگانیسم های مختلفی از جمله مخمرها، باکتری های اسید لاکتیک و باسیلوس ترموسفاکتا را ایزوله نمود. تشکیل اسلایم بر روی سطوح مرطوب با سهولت بیشتری امکان پذیر است *Lactobacillus Viridescens* . علاوه بر ایجاد اسلایم، سبب ظهور رنگی سبز بر سطح گوشت و فرآورده های گوشتی همچون سوسیسی می شود.



مخمرهایی همچون کاندیدا، تورولوپسیس و رودوترولا از مهمترین مخمرهایی هستند که در حین فساد موجب از دست رفتن قوام گوشت می گردند.

در نتیجه جهت پیشگیری از بروز بیماریها و نیز جلوگیری از ایجاد فسادهای مختلف نظیر بوی نامطبوع، طعم تند (Rancidity) و یا پنیری (cheesy) در فرآورده های گوشتی می توان جهت کاهش بار میکروبی و ایجاد شرایط استریل از ازن که قویترین ضد عفونی کننده موجود است استفاده نمود. لازم به ذکر است FSIS نیز استفاده مستقیم از ازن را در مجموعه تولیدات گوشت انواع گوشت مجاز شناخته شده است.

به طور کلی نگهداری گوشت در شرایط کنترل شده سبب آلودگی آن خواهد شد. لیکن مهمترین تأثیری که گوشت های آلوده دارند، ایجاد بیماری در انسان است. لذا بایستی در جهت نابودی عوامل بیماریزایی در گوشت بویژه با هدف نابودی اشرشیاکلی $O157:H7$ و همچنین سالمونلا که مهمترین عامل آلودگی در گوشت ها می باشد سعی و تلاش شود.

آلودگی گوشت طی فرایند باعث افزایش آلودگی دیگر محصولات نیز می گردد و در نتیجه سبب ابتلا به بیماری و حتی مرگ و میر انسانها می شود. در نتیجه می بایست در خصوص ریشه کنی عوامل بیماری زا تلاش گسترده ای صورت گیرد .

مباحث گسترده ای پیرامون روشهای مختلف حذف آلودگی ها مطرح شده است که نمی توان آنها را بدون نقص تلقی نمود لیکن بهتر است کنترل پاتوزن ها از طریق یک برنامه دقیق و با استفاده از تکنولوژی روز دنیا عملی شود.

در بین فرآورده های گوشتی مختلف، سوسیس ها به دلیل استفاده از ادویه های گوناگون تر دارای فلور میکروبی متنوع تری هستند، قسمت عمده ی این فلور میکروبی را باسیلوس ترموسفاکتا تشکیل می دهد که مهمترین باکتری عامل فساد در این محصولات می باشد.

از آنجائیکه گوشتهای چرخ شده گاو و همبرگرها منحصرا توسط باکتریهای همچون پseudomonas، آلكالیژنس، اسینوباکتر، مورکسلا و آئروموناس مورد حمله قرار گرفته و فاسد می شوند.

با توجه به پروسه فوق لزوم رعایت بهداشت و شرایط استریل در کل سیستم، جهت تولید محصولی با کیفیت و با Shelf Life طولانی مدت الزامی است.



تاثیر ازن بر مواد غذایی بسته بندی شده

یکی از عوامل مهم در تاثیر ازن بر مواد بسته بندی ترکیب ماده مورد استفاده در بسته بندی های مواد غذایی می باشد بطوریکه واکنش ترکیبات مختلف مورد استفاده در بسته بندیهای گوناگون نسبت به گاز ازن متفاوت میباشد. ازن ممکن باعث تغییر در برخی از خصوصیات پلیمرهای پلاستیکی مورد استفاده در بسته بندی نظیر تغییر در خصوصیات بازدارندگی، مکانیکی، فیزیکی و یا ساختاری آن شود. بیشتر ترکیبات مورد استفاده در بسته بندی با غلظت های ۳-۱ ppm ازن دارای سازگاری مناسبی میباشند. مواد پلاستیکی نظیر PTEE – PVDF – PVC – ECTEF از جمله مواد متداول مورد استفاده در بسته بندیهای مواد غذایی می باشند که مقاومت مناسبی نسبت به خوردگی ناشی از تماس با ازن را دارند. اما بعضی از مواد نظیر کائوچو (لاستیک طبیعی) در مجاورت گاز ازن حساسیت خاصی از خود نشان میدهند بطوریکه در اثر تماس ازن با این مواد بطور کامل تجزیه می شوند. ترکیبات سیلیکونی نیز در بازهی زمانی کوتاه مدت دارای مقاومت خوبی در برابر ازن هستند ولی در اثر تماس مداوم و پیوسته با گاز ازن اکسید میشوند. از عوامل موثر در انتشار گاز ازن در مواد بسته بندی می توان به عواملی نظیر خصوصیات اجزای تشکیل دهنده، قابلیت تبلور، درجه حرارت، دانسیته و سایر ویژگیهای آن و یا غلظت گاز ازن تولید شده در محیط اشاره کرد. میزان انتشار گاز ازن در مواد بسته بندی با ترکیبات مختلف متفاوت است که این تفاوت ممکن است ناشی از خصوصیات اجزای تشکیل دهنده، قابلیت تبلور، دانسیته و دیگر ویژگیهای آن و یا ناشی از عدم انتشار کافی گاز ازن در مواد بسته بندی باشد. در تحقیقی، میزان نفوذ گاز ازن در سه مادهی فیلمهای پلی اتیلن با دانسیته پایین LDPE فیلمهای پلی اتیلن دانسیته بالا (۳- HDPE) پلی پروپیلین (P.P) بررسی شده است. نتایج آزمایش میزان انتشار ازن را در فیلم LDPE کمتر از همه و در فیلم HDPE بیشتر از همه بوده است (LDPE < PP < HDPE) میزان نفوذ ازن درون این ترکیبات یک رابطه مستقیم با زمان ازن زنی داشته است ولی میزان انتشار گاز ازن در میان این سه ماده از نظر آماری اختلاف معنی داری با یکدیگر نداشته اند.

مشخص شده است که میزان نفوذ O_3 در میان یک ماده عمدتاً به میزان پراسیتی آن بستگی دارد. یکی دیگر از عوامل موثر و مهم در میزان انتشار گاز ازن در مواد متخلخل اندازه مولکولی گاز میباشد. بطوریکه میزان انتشار گاز با وزن مولکولی پایین تر دارای انتشار سریع تری در مواد متخلخل هستند. همچنین ثابت شده است که قابلیت نفوذ O_3 در لاستیکهای سیلیکونی بیشتر از میزان نفوذ O_2 میباشد. محصول اولیه حاصل از واکنش ازن



با محصولات آلی یا پلیمرهایی که دارای پیوند دوگانه می باشند، اوزونیدها میباشند که طی حمله ازن به منطقه اشباع نشده تولید میشود، همان طور که در رابطه زیر نشان داده شده است.

اوزونیدها موادی با پایداری متوسط هستند. اوزونیدها با ترکیبات دارای وزن مولکولی خیلی پایین مانند اتیلن قابلیت احتراق بالایی دارند. هر چند اوزونیدهای مشتق شده از بسیاری ترکیبات اولفینی دیگر با وزن مولکولی بالاتر می توانند تحت شرایط معتدل، جداسازی و دستکاری شوند.

کشت میکروبی وسایل و دستگاه های مورد استفاده در روند تولید و بسته بندی مواد غذایی مثل فرآورده های گوشت، شیر، سبزی و میوه و همچنین سطوح، سالنها، یخچالها و کانتینرهای نگهداری و حمل محصولات در کارخانه های صنایع غذایی، گوشتی، سوسیس و کالباس، لبنی و ... نتایج بسیار مطلوبی را پس از ضدعفونی با آب ازن دار نشان می دهد. استفاده از گاز ازن در مراحل مختلف تولید و بسته بندی تا حد زیادی سبب کاهش آلودگی میکربی و افزایش کیفیت و زمان ماندگاری مواد غذایی می گردد.

معرفی برخی مراکز استفاده کننده از دستگاهها

- شرکت گسترش بازرگانی کرمان
- صنایع قدس رضوی
- داروسازی جابر بن حیان
- آب معدنی تکسو
- سردخانه سردآور مرند
- شرکت تولیدی قارچ توکلی
- شرکت لبنیات پانیزان
- شرکت شیر پاستوریزه رامک
- پرورش ماهی آقای بزرگی در آمل
- پرورش ماهی آقای جاهدی در شهسوار
- مرکز تکثیر پالنگان ۱
- مجتمع پرورش ماهی پالنگان ۲
- پرورش ماهی آقای شهردادنیا در مشهد
-

