وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

نشریه فنی :

افزایش انبارمانی دانه جو با استفاده از گاز ازن

جلال محمدزاده و جواد زنگانه

سال انتشار: ۱۴۰۰

AERI

آدرس: کرج، بلوار شهید فهمیده، صندوق پستی: ۸۴۵ -۳۱۵۸۵، مؤسسه تحقیقات فنی ومهندسی کشاورزی
تلفن: ۳۲۷۰۵۳۲۰، ۳۲۷۰۵۲۴۲ و ۳۲۷۰۸۳۵۹ (۰۲۶)
دورنگار: ۳۲۷۰۶۲۷۷ (۰۲۶)، پایگاه اطلاعاتی موسسه: www.aeri.ir

بسم الله الرحمن الرحیم

مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

نشریهٔ فنی:

افزایش انبارمانی دانه جو با استفاده از گاز ازن

تهیه و تدوین:

جلال محمدزاده[1] و جواد زنگانه[2]

۱-عضو هیئت علمی بخش تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گلستان

۲- مدیر اجرایی مرکز تحقیقات فراورده های غذایی دارویی و طبیعی دانشگاه علوم پزشکی گلستان

سال انتشار:

۱٤۰۰

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

نوع نوشتار: نشریهٔ فنی
عنوان نوشتار: افزایش انبارمانی دانه جو با استفاده از گاز ازن
نگارنده: جلال محمدزاده و جواد زنگانه
ویراستار ادبی: فؤاد تاجیک
صفحه‌آرا: سمیه وطن دوست
ناشر: مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی
شمارگان: محدود
نوبت چاپ: اول
سال انتشار: ۱۴۰۰

مسئولیت صحت مطالب با نگارنده است.

شماره ثبت ۵۹۳۷۳ در مرکز فناوری اطلاعات و اطلاع‌رسانی کشاورزی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی به تاریخ ۱۴۰۰/۰۱/۲۱

مخاطبان نشریه:

کارشـناسان، مروجان، مهندسان ناظر، کشاورزان پیشرو، صنایع خوراک دام و صنایع تولید فراورده‌های غذایی و نگهداری بذری دانه جو

اهداف آموزشی:

شما خوانندگان گرامی در این نشریه با:

- گاز ازن و مزیت‌های آن
- شرایط بهینه نگهداری دانه جو با گاز ازن برای مصرف بذری
- شرایط بهینه نگهداری دانه جو با گاز ازن برای مصرف خوراکی
- وسایل و ابزار فناوری ازن

آشنا خواهید شد.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
مقدمه	۱
مزایت‌ها و سازوکار عمل گاز ازن	۴
تولید ازن	۴
تاثیر ازن بر ریزجانداران	۵
تاثیر ازن بر سم‌های قارچی	۶
تاثیر ازن بر آفت‌های انباری	۷
مزیت‌ها و نکته‌های ایمنی کاربرد گاز ازن	۹
ابزارهای فناوری ازن	۱۰
شرایط بهینه نگهداری دانه جو برای مصرف بذری	۱۰
شرایط بهینه نگهداری دانه جو برای مصرف خوراکی	۱۲
نتیجه‌گیری و پیشنهادها	۱۳
منابع	۱۴

مقدمه

جو از غلات مهم دنیا محسوب می‌شود و در بسیاری از مناطق جهان و از جمله ایران، بیشترین سطح زیر کشت را پس از گندم به‌خود اختصاص داده‌است. جو در مقایسه با گندم از دامنه تحمل وسیع‌تری نسبت به شرایط محیطی برخوردار است و در تمام نواحی معتدل و سردسیر کشت می‌شود. دانه جو در تغذیه انسان و در تهیه نوشیدنی‌ها و مالت به‌کار می‌رود. در کشور ما، هر ساله مقدار زیادی از دانه غلات به‌ویژه جو، انبار می‌شود. حشرات و قارچ ها، خسارت‌های زیادی را در کیفیت دانه‌های انبار شده ایجاد می‌کنند. پسماند مربوط به فعالیت قارچها و یا آفت‌های انباری، منجر به افت کمی و کیفی دانه در هنگام ذخیره‌سازی می‌شوند. علاوه بر آن بسیاری از قارچها تولید انواع سم‌های قارچی (مایکوتوکسین‌ها[1]) را به همراه داشته که می‌تواند خطرات جدی برای مصارف انسانی و یا حیوانی داشته باشد (شمشیرساز، ۱۳۹۳، لیو و همکاران،۲۰۱۴).

پس از برداشت جو، بخش زیادی از دانه‌های جو بی‌درنگ مورد استفاده قرار نمی‌گیرد، بلکه برای استفاده تدریجی در فصل‌های دیگر و یا به‌منظور صادرات و انتقال به سایر مناطق، در انبارها نگهداری می‌شود. آلودگی‌های میکروبی وآفت‌های انباری به کمیت و کیفیت محصول انبارشده خسارت می‌زنند. آلودگی به مدفوع و پوسته لارو حشرات و کنه‌ها، کاهش ارزش تغذیه‌ای، از عوامل مهم کاهش کیفیت جو محسوب می‌شوند (پریرا [2] و همکاران، ۲۰۰۸).

یکی از روش‌های نو و کم‌خطر برای مبارزه با آفات انباری، استفاده از گاز ازن در سیلوهای ذخیره‌سازی غلات است (تیواری[3] و همکاران، ۲۰۱۰؛ ویشکا چاندرا[4] ، ۲۰۱۸).

[1]Mycotoxin
[2] Pereira
[3] Tiwari
[4] Vikash Chandra

ازن یا اکسیژن فعال، به‌دلیل توانایی زیاد در از بین بردن ریزجاندارانی مانند باکتری‌ها، ویروس‌ها، قارچ‌ها، مخمرها، داشتن قابلیت زیاد در حذف آفت‌ها به‌عنوان یکی از بهترین مواد گندزدا برای فرآورده‌های غذایی در جهان شناخته شده است. از جمله مزیت‌های گاز ازن می‌توان به:

– سرعت و قدرت اکسیدکنندگی زیاد نسبت به سایر مواد گندزدا،

–بی‌نیازی از حمل و انبار مواد شیمیایی به‌سبب ناپایداری،

– تولید نشدن مواد سمی و پسماندهای زیان‌بخش،

– تاثیر بر طیف گسترده‌ای از ریزجانداران،

– توان تجزیه مواد سمی و شیمیایی،

– تغییر ندادن طعم و مزه، رنگ، بو و

– کاربری آسان اشاره کرد.

بنابر این استفاده از گاز ازن می‌تواند در سلامت نگهداری غلاتی مانند جو (به‌ویژه در انبارهای تهیه خوراک دام و یا درصنعت مالت سازی) برای کنترل آفت‌ها و حشرات انباری و جلوگیری از رشد و گسترش قارچ‌ها دارای اهمیت باشد (لی[5] و همکاران، ۲۰۱۲). افزون بر این، استفاده از گاز ازن، کاربرد سم‌های شیمیایی خطرناک مانند متیل بروماید و فستوکسین را (که به‌همراه ایجاد مقاومت در حشرات و آفت‌های انباری، صدمات جبران ناپذیری به لایه ازن وارد می‌کنند)، کاهش می‌دهد.

دانه‌های جو ممکن است در مزرعه با انواع اسپورهای قارچ آلوده شوند. تاخیر در برداشت و یا شرایط نامناسب خشک‌کردن دانه، به‌ویژه در مناطق با رطوبت زیاد شرایط محیطی مناسب برای رشد قارچ‌ها و انتشار سم‌های قارچی ایجاد می‌کند. در چنین شرایطی، قارچ ها می‌توانند سبب آسیب دیدن دانه و سلامت مصرف‌کننده شود. دما و رطوبت غلات، از جمله عوامل اصلی رشد قارچ‌هایی مانند *آسپرژیلوس، فوزاریوم و پنی*

[5] Li

سلیوم است. این ریزجانداران قادر به تولید سم‌های قارچی آفلاتوکسین[۶]، فومنسین[۷]، دی اکسی نیوالنول[۸] و زیرالنون[۹] هستند. سم‌های قارچی عامل بیماری‌های جدی و حتی مرگ انسان و دام می‌شود. وجود قارچ همواره با وجود سم قارچی همراه نیست ولی دما و رطوبت نامناسب و زمان طولانی انبارداری، شرایط را برای رشد بیشتر قارچ و تولید سم فراهم می‌کند. گاهی رشد قارچ قابل مشاهده نیست ولی غلات به سم آلوده شده‌اند. سلامت جو در زمان انبارمانی بسیارمهم است زیرا فراورده های جو، مصرف انسانی دارد و با سلامت انسان رابطه مستقیم دارد (تیواری و همکاران، ۲۰۱۰).

مقدار خسارت‌های وارد شده به دانه‌های جو در مدت زمان انبارداری از سه جنبه دارای اهمیت است:

الف- جنبه اقتصادی: به دلیل از بین‌رفتن و کاهش وزن
(ناشی از فعالیت آفت‌های انباری و کپک‌زدگی)
ب- جنبه کیفی: افت کیفیت و ارزش غذایی
(افزایش پسماند در محصول فراوری شده)
ج- جنبه بهداشتی: وجود سم قارچی و پسماند حشرات بر روی ماده غذایی که تهدید جدی برای سلامت مصرف‌کننده است و باعث افزایش هزینه‌های سلامت جامعه می شود.

با استفاده از روش‌های معمول (سموم شیمیایی) خسارت ناشی از عوامل میکروبی و آفات در حین نگهداری جو می تواند به ۱۰ تا ۲۰ درصد برسد. این میزان خسارت در زمان نگهداری در طول سال به‌خوبی بیانگر توجیه اقتصادی و مالی راه‌های مبارزه با تهدیدات ذخیره سازی من جمله استفاده از گاز ازن (در شرایط بهینه غلظت و زمان ازن‌دهی) می‌باشد.

[6] Aflatoxin
[7] Fumonisin
[8] Deoxynivalenol
[9] Zearalenon

مزیت‌ها و سازوکار عمل گاز ازن

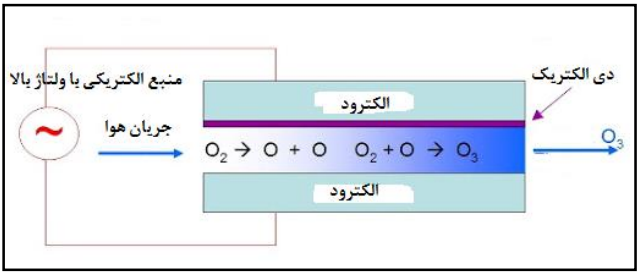
نام "ازن" از یک واژه یونانی به‌نام اوزین گرفته شده که به‌معنای بودار و دارای رایحه است. ازن به‌طور طبیعی در اتمسفر تولید می‌شود. ازن مولکولی، از سه اتم اکسیژن (O_3) با وزن ملکولی ۴۸ تشکیل شده است. این ماده بر اثر تابش امواج ماورای بنفش (UV) یا بارالکتریکی فشار قوی بر اکسیژن (O_2) به‌وجود می‌آید. این گاز بی‌رنگ، نخستین بار توسط اسکونبین[10] در سال ۱۸۴۰ کشف شد. ازن در غلظت‌های زیاد، دارای بوی تند و زننده‌ای است ولی در غلظت‌های کمتر حس نمی‌شود.

تولید ازن

برای تولید ازن یک مولکول دواتمی اکسیژن باید بشکند و سپس، رادیکال‌های آزاد ایجاد شده با یک مولکول دیگر اکسیژن ترکیب شود تا یک مولکول سه اتمی ازن به دست آید. برای شکستن پیوند، مقدار زیادی انرژی نیاز است. روش‌های تولید ازن شامل نور، قوس الکتریکی، شیمیایی، گرمایی، شیمیایی–هسته‌ای و الکتروشیمیایی است. متداول ترین روش تولید ازن در صنعت، استفاده از دستگاه ازن ژنراتور با کاربرد جرقه داغ الکتریکی بر اکسیژن خالص خشک (فاقد رطوبت) است. در این روش، اکسیژن از فضای مابین دو الکترود که توسط مواد دی‌الکتریک مانند شیشه جدا شده، عبور داده می‌شود. الکترودها اغلب به شکل دو صفحه است که به یک منبع با ولتاژ بالا متصل اند. به کار بردن ولتاژ بالا باعث تخلیه الکتریکی بین دو الکترود و تبدیل اکسیژن به ازن در فضای تخلیه می‌شود (شکل ۱).

[10]Schonbein

به عبارت دیگر، بعضی از مولکول‌های اکسیژن به اتم اکسیژن تفکیک می‌شود و سپس اتم اکسیژن با باقی‌مانده مولکول اکسیژن، ترکیب و مولکول ازن تولید می‌شود (گراهام[11] و همکاران، ۱۹۹۷).



شکل ۱- تولید ازن به روش جرقه داغ الکتریکی و اکسیژن خالص

تاثیر ازن بر ریزجانداران

دانه‌های جو به طور معمول با انواع اسپورقارچ‌ها در مزرعه آلوده می‌شوند. تاخیر در برداشت و یا شرایط نامناسب خشک‌کردن دانه به‌ویژه در مناطق با رطوبت زیاد، شرایط محیطی مناسب را برای رشد قارچ‌ها و انتشار سم‌های قارچی ایجاد می‌کند (شکل ۲). گاز ازن یک اکسیدکننده بسیار قوی است که با حمله به دیواره سلولی و غشاهای مخاطی ریزجانداران باعث مرگ آنها می شود. ازن روی تمام ریزجانداران مثل اسپورها و پاتوژن‌های قارچی، باکتری‌ها، کپک و مخمرها، ویروس‌ها و انگل‌ها تاثیر گذار است و می‌تواند حتی لاشه ریزجانداران را متلاشی کند. مولکول ازن با اکسیدکردن گروه‌های سولفیدریک پروتئینی، سلول باکتری را غیرفعال می‌کند. در غلظت‌های بیشتر، ازن با حمله به جداره سلول باکتری، موجب ازهم‌گسیختگی و پارگی دیواره و غشاء خارجی و مرگ باکتری می‌شود.

[11] Graham

تاثیر ازن بر ویروس‌ها به‌گونه‌ای اســـت که هر مولکول ازن با نفوذ از میان پوشـــش پروتئینی، اســـید نوکلئیک ویروس را تخریب می‌کند و درغلظت‌های بیشتر، مولکول‌های ازن با تخریب پروتئین کپسید، ویروس را منهدم می‌کند.

شکل۲- آلودگی قارچی در دانه جو و تولید سم‌های قارچی

وظیفه کپســـید، محافظت از اســـید ریبونوکلئیک RNA ویروس و اتصـــال ویروس به میزبان می‌باشـد. ازن با ازبین‌بردن پروتئین‌های پوشـش اسـپور، باعث نابودی قارچ‌ها می‌شود (ایبانگلو[۱۲]، ۲۰۰۱)

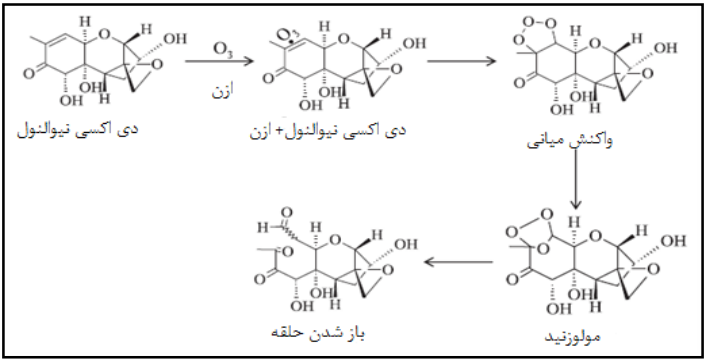
تاثیر ازن بر سم‌های قارچی

با اسـتفاده از گاز اکسیژن فعال (ازن) می‌توان به‌طور موثری از رشد قارچ ها و کپک‌ها روی غلات انبار شـده در سـیلوها جلوگیری کرد. استفاده از غلظت‌های مناسب ازن دارای اهمیت اسـت زیرا با افزایش غلظت گاز، ممکن اسـت در برخی خواص کیفی و حسی ماده غذایی مانند طعم و رنگ، تغییرات نامطلوب ایجاد شود.

[12] Ibanglu

ازن یا اکسیژن فعال، مواد خطرناک از جمله سم‌های قارچی، ویروس‌ها، مخمرها و جلبک‌ها را در سطح مولکولی (با حمله به ساختار حلقوی مولکول و متلاشی کردن آن) از بین می‌برد. ازن یک اکسیدکننده قوی است و بنابراین می‌تواند به‌صورت عرضی با باندهای دوگانه ۸-۹ حلقه فوران آفلاتوکسین‌ها متصل و به صورت الکتروفیلیک جذب فوران شود و در مدت چند دقیقه، سم‌های قارچی را به‌طور کامل تجزیه کند (شکل۳).

برخی محققان نشان داده‌اند که ازن می‌تواند به‌طور موثر در سم‌زدایی قارچی، به‌ویژه آفلاتوکسین‌ها، آکراتوکسین و دی اکسی نیوالنول در غلاتی مانند جو و گندم به‌کار رود (لیو و همکاران، ۲۰۱۴ و ریلا [۱۳] و همکاران، ۲۰۰۶) .



شکل ۳- فرایند تجزیه سم قارچی (دی اکسی نیوالنول) با گاز ازن (لیو و همکاران، ۲۰۱٤ ; ریلا و همکاران، ۲۰۰٦)

تاثیر ازن بر آفت‌های انباری

سازوکار عمل ازن در حشرات به‌طور کامل شناخته نشده‌است، اما سیستم تنفسی حشرات یک هدف احتمالی است. سیستم تنفسی به‌عنوان مسیر اصلی ورود گازهای سمی به درون بدن حشره است که دارای لوله‌های انشعابی زیادی است که در سراسر بدن حشره گسترش

[13] Raila

می‌یابد. ازن بسیار واکنش پذیر و عامل اکسیدکننده قوی است و حتی در غلظت‌های کم، با ورود به سیستم تنفسی حشره، سبب آسیب بافتی می‌گردد. ازن منجر به شکستن رشته DNA و همچنین سبب تغییر عملکرد ریه، اکسیداسیون غشاء و موتاسیون می‌شود. مطالعات متعدد نشان داده‌است که گاز ازن می‌توانند آفت‌های انباری دانه‌های ذخیره شده را از جمله شپشه ذرت و برنج و نیز سوسک قرمز آرد از بین ببرد (لو[۱۴] و همکاران، ۲۰۰۹).

شکل٤- دانه‌های جو آلوده به آفت‌های انباری

در بررسی تاثیر گاز ازن در کنترل شپشه آرد و شپ پره هندی معلوم شد، آفت‌های مذکور به گاز ازن حساس اند و به خوبی توسط این گاز کنترل می‌شوند، ولی در گونه‌های مختلف حشرات، حساسیت به ازن متفاوت است. برای مثال، مقاومت سوسک قرمز آرد نسبت به شپشه ذرت بالاتر است و برای نابودی کامل، غلظت و یا زمان‌ماند بیشتر لازم است. اگر اثر ازن مربوط به سیستم تنفسی حشره باشد، پایین بودن نسبت تنفسی در حشرات، نتایج را تغییر می‌دهد. سمیت ازن به مرحله زندگی حشرات و آفت‌های انباری نیز بستگی دارد. به‌عنوان مثال، حساسیت سوسک قرمز آرد با افزایش سن حشره کاهش

[14] Lu

می‌یابد (شکل ۴). بنابراین، کاربرد موفقیت‌آمیز فناوری ازن وابسته به غلظت و مدت زمان مناسب به‌کارگیری گاز ازن است (مک دونوق[15] و همکاران، ۲۰۱۱).

مزیت‌ها و نکته‌های ایمنی کاربرد گاز ازن

– ازن نسبت به سایر مواد گندزدای شیمیایی، سرعت و قدرت اکسیدکنندگی زیاد دارد. بیشتر سم‌های شیمیایی مانند متیل بروماید سرطان‌زا هستند. فستوکسین نیز به‌عنوان یک ترکیب خطرناک برای محیط زیست و لایه ازن شناخته شده‌است. از سوی دیگر، بسیاری از حشرات و آفت‌های انباری در اثر استفاده متوالی از سم‌های شیمیایی، نسبت به مقدار مجاز توصیه شده آنها، مقاوم شده‌اند. استفاده از گاز ازن می‌تواند ما را از این سم‌های خطرناک، بی‌نیاز سازد. ازن را به‌آسانی و در محل مورد نیاز می‌توان با دستگاه ازن ژنراتور تولید و استفاده کرد.

– ازن به‌سرعت به اکسیژن تبدیل شده و پسماند مضری ندارد.

– واکنش ازن با مواد، هیچ نوع ماده‌ی سمی تولید نمی‌کند.

– به‌سبب ناپایداری، نیازمند حمل و انبار کردن نیست و مواد سمی و پسماند زیان‌آور تولید نمی‌کند.

–تاثیر بر طیف گسترده‌ای از ریزجانداران مؤثر است.

– مواد سمی و شیمیایی را تجزیه می‌کند.

– مزه، رنگ و بوی محصول را تغییر نمی‌دهد.

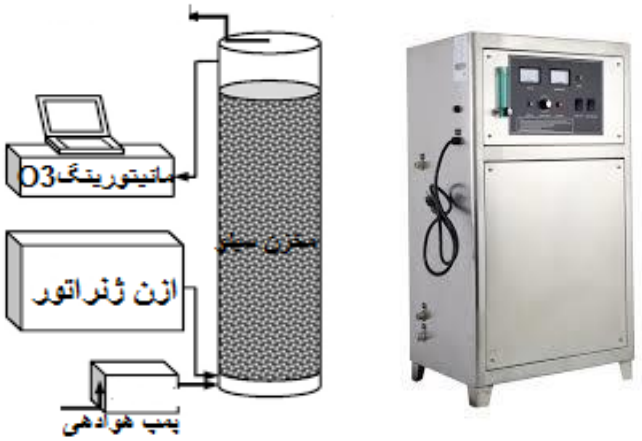
بنابر این، استفاده از گاز ازن با کنترل حشرات انباری، جلوگیری از رشد و گسترش قارچ‌ها و سم‌های قارچی می‌تواند در سلامت نگهداری دانه و بذر غلات مختلف دارای اهمیت باشد. اما در مواردی ازن می‌تواند منجر به بروز عوارض جانبی در انسان شود. این گاز در غلظت‌های بیشتر به ریه آسیب جدی می‌رساند، به‌طوری‌که در آن غلظت، رعایت مقررات

[15] McDonough

ایمنی مانند اســتفاده از ماســک و تجهیزاتی مانند دســتگاه‌های هشــداردهنده در جایگاه‌های تولید ازن ضروری می‌باشد.

ابزار فناوری ازن

تولید ازن به‌روش الکتروسـتاتیکی، به‌وسیله یک ازن ژنراتور صورت می‌گیرد. به‌همراه دسـتگاه ازن ژنراتور اجزای دیگری مانند شـیر کنترل، جریان‌سـنج، پمپ هوا، فشـار سنج، لوله‌های ورودی و خروجی، و ازن‌سـنج دیجیتال وجود دارد که با عایق بندی مناسب، روی سیلوهای فلزی یا بتونی نگهداری جو قابل نصب است (شکل ۵).



شکل۵-ازن ژنراتور و ابزار نگهداری دانه جو در سیلو با گاز ازن

شرایط بهینه نگهداری جو برای مصرف بذری

به‌طورکلی قوه نامیه عبارت اسـت از ظرفیت بذر برای جوانه زدن که به وسـیله درصد جوانه‌زنی ارزیابی می‌شـود. قوه‌نامیه نشـان‌دهنده درجه زنده بودن بذر، فعالیت متابولیکی و دارا بودن آنزیم‌هایی است که توانایی لازم برای جوانه‌زنی و رشد گیاهچه را فراهم می‌کنند

(مایلونا،۲۰۱۴). بنابراین، در ذخیره‌سازی دانه با هدف استفاده بذری، حفظ قوه‌نامیه اهمیت زیادی دارد. مطالعات مختلف نشـــان داده‌اند که تأثیر ازن بر قابلیت جوانه زنی دانه جو وابســـته به غلظت و زمان تیمار ازن‌دهی اســـت. ظرفیت جوانه زنی فقط درغلظت‌ها و زمان‌های زیاد کاربرد ازن تحت تاثیر قرار گرفته و کاهش می‌یابد. یافته‌های جدید نشـــان داد غلظـت‌هـای کم ازن در همـه زمـان‌ها تاثیر معنی‌داری بر قابلیت جوانه‌زنی در دانه جو ندارد. ازن‌زنی در غلظت‌های بیشـــتر تاثیر معنی‌داری بر قدرت جوانه‌زنی دارد (محمدزاده و زنگانه، ۱۳۹۸) (شکل ۶).

شکل٦- حفظ قدرت جوانه‌زنی دانه جو نگهداری شده در شرایط بهینه ازن‌دهی

نتایج ارزیابی قدرت جوانه‌زنی دانه‌ها نشـــان داد که نســـبت به نمونه شـــاهد، عملیات ازن‌زنی در غلظت ppm ۵۰ تا زمان ۵ روز برکاهش قوه‌نامیه اثر معنی‌دار و محســـوســـی ندارد. ازن‌دهی با غلظت ppm ۷۵ و در زمان ۷ روز، نسـبت به نمونه شاهد سبب کاهش قوه نامیه تا ۳۱/۵ درصـد در دانه جو شـد. لذا بر اسـاس نتایج به‌دسـت آمده، ازن‌دهی با غلظـت ppm ۵۰ در زمـان ۳ روز برای نگهـداری دانه جو در مصـــرف بذری پیشـــنهاد می‌شود (محمدزاده و زنگانه، ۱۳۹۸).

شرایط بهینه نگهداری جو با ازن برای مصرف خوراکی

در تحقیق نگارندگان، افزایش غلظت ازن و زمان ازن‌دهی سبب افزایش کنترل رشد قارچ‌ها، جلوگیری از تولید سم‌های قارچی (آفلاتوکسین‌ها) و افزایش اثرکشندگی بر آفت انباری شد. نتایج، نشان داد که استفاده از غلظت ppm ۷۵ گاز ازن در زمان‌های۱، ۳، ۵ و ۷ روز سبب تغییرات اکسیداتیو معنی‌دار در ویژگی‌های چربی (افزایش شاخص‌های اسیدیته و پراکسید) و نشاسته (افزایش شاخص کربوکسیل) دانه جو نسبت به نمونه شاهد شده است. همچنین، شرایط مختلف ازن‌دهی تا غلظت ppm ۵۰، در همه‌ی زمان‌های مورد بررسی تاثیر معنی‌داری بر میزان پروتئین در دانه جو نسبت به شاهد نداشت.

مشابه آنچه که درخصوص بذر جو اشاره شد، استفاده از گاز ازن در در غلظت ppm ۵۰ و زمان ۳ روز ازن‌دهی سبب کنترل قارچ‌ها، از بین رفتن سموم قارچی و آفت‌های مهم انباری در دانه جو نیز می‌شود بدون این‌که بر خصوصیات کیفی دانه تاثیر منفی داشته باشد (محمدزاده و زنگانه، ۱۳۹۸) (شکل ۷).

شکل۷- ازن‌دهی دانه جو و حفظ کیفیت دانه در شرایط بهینه (آزمایشگاهی)

نتیجه‌گیری و پیشنهادها :

در این پژوهش، ویژگی‌های دانه جو پس از قرار گرفتن در معرض ازن در غلظت‌های موثر برای مهار رشد قارچ و کاهش سم‌قارچی بررسی و اثرهای آن بر کیفیت دانه بیان شد. گاز ازن ممکن است در غلظت‌های زیاد سبب اکسیداسیون و یا تجزیه ترکیبات شیمیایی موجود در دانه از قبیل اکسیداسیون نشاسته و لیپید، تغییر میزان پروتئین دانه، تغییر رنگ یا از بین رفتن قدرت جوانه‌زنی بذر شود، اما در غلظت و مدت زمان مناسب ازن‌دهی، تغییری در ویژگی‌های یادشده ایجاد نمی‌شود. ازن یک ماده ضد میکروبی قوی است و تولید و استفاده از آن می‌تواند یک فناوری امیدوار کننده با چندین کاربرد بالقوه در نگهداری و انبارداری مناسب و مطمئن دانه و بذر غلات، به‌ویژه جو باشد. گاز ازن در مهار و گسترش قارچ‌ها و سم‌های قارچی به‌ویژه در غلظت ppm ۵۰ به مدت ۳ روز موثر است. در این غلظت، هیچ تغییر معنی‌داری در ویژگی‌های فیزیکو شیمیایی و کیفی بذر و دانه جو ایجاد نشده‌است (محمدزاده و زنگانه، ۱۳۹۸).

با گسترش صنایع ذخیره‌سازی و نگهداری دانه‌ها، بر فرایند صحیح ذخیره‌سازی دانه‌ها با به حداقل رساندن زیان‌های کمی و کیفی تاکید می‌شود. قوانین و مقررات بهداشتی و ایمنی غذایی جهت حذف مواد شیمیایی و آفت‌کش‌ها و همچنین، افزایش مقاومت آفت‌ها در برابر روش‌های معمول، تقاضا برای استفاده از جایگزین‌های مناسب و ایمن را افزایش داده‌است.

ازن یک روش جایگزین مناسب، ایمن و دوست‌دار محیط زیست است و هیچ پسماند سمی از خود برجای نمی‌گذارد. استفاده از گاز ازن در مناطق زیر کشت جو به‌ویژه در مناطق با رطوبت زیاد که مشکل رشد و گسترش قارچ‌ها و آفت‌های انباری وجود دارد (گلستان، مازندران، گیلان) و سایر نواحی کشور (خراسان شمالی و خراسان رضوی، سمنان و ...) می‌تواند به بهبود سلامت و کاهش پسماند انباری دانه و بذر جو منجر شود.

فهرست منابع:

شمشیرساز، م. فرهمند، ر. ۱۳۹۳. تاثیر گاز ازن بر روی نگهداری گندم. مقاله مروری در دومین همایش ملی بهینه‌سازی زنجیره تولید، توزیع و مصرف در صنایع غذایی. صفحه:۷-۱۲.

محمدزاده ،ج. زنگانه، ج. ۱۳۹۸. ارزیابی تاثیر گاز ازن بر انبارمانی و ویژگی‌های کیفی ذرت و جو در استان گلستان. گزارش پژوهشی، انتشارات موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، شماره نشریه:۵۶۸۱۰.

Ibanglu, S. 2001. Influence of tempering with ozonated water on the selected properties of wheat flour. Journal of Food Engineering, 48: 345-350 .

Graham, D. M., Pariza, M., Glaze, W. H., Newell, G. H., Erdman, J. W., and Borzelleca, J. F. 1997. Use of ozone for food processing. Food Technology. 51: 72–76.

Li, M., Zhu, K. X.,Wang, B.-W., Guo, X. N., Peng,W., and Zhou, H. M. 2012. Evaluation the quality characteristics of wheat flour and shelf-life of fresh noodles as affected by ozone treatment. Food Chemistry. 135: 2163-2169 .

Lu, B., Ren, Y., Du, Y.-z., Fu, Y., Gu, J., 2009. Effect of ozone on respiration of adult Sitophilus oryzae (L.), Tribolium castaneum (Herbst) and Rhyzopertha dominica. Journal of Insect Physiology. 55 (10): 885–889.

Luo X, Wang R, Wang L, Li Y, Bian Y, and Chen Z. 2014. Effect of ozone treatment on aflatoxin B1 and safety evaluation of ozonized corn. Food Control. 37:171-176.

McDonough, M. Mason L, Charles, P. and Woloshuk, L. 2011. Susceptibility of stored product insects to high concentrations of ozone at different exposure intervals. Journal of Stored Products Research. 47: 306-310.

Mylona, K., Kogkaki, E., Sulyok, M., and Magan, N. 2014. Efficacy of gaseous ozone treatment on spore germination, growth and fumonisin production by Fusarium verticillioides in vitro and in situ in maize. Journal of Stored Products Research. 59: 178-184.

Pereira, A. D. M., Faroni, L. R. D. A., De Sousa, A. H., Urruchi, W.I., and Paes, J. L. 2008. Influence of the grain temperature on the ozone toxicity to Tribolium castaneum. Revista Brasileira de Engenharia Agrı´cola e Ambiental. 12 (5): 493–497.

Raila A, Lugauskas A, Steponavicˇ ius D, Railiene M, Steponavicˇ iene A, and Zvicevicˇ ius E. 2006. Application of ozone for reduction of mycological infection in wheat grain. Annals of Agricultural Environmental Medicine. 13:287-294.

Tiwari, B. K., Brennan, C. S., Curran, T., Gallagher, E., Cullen, P. J., and O'Donnell, C. P. 2010. Application of ozone in grain processing. Journal Cereal Science. 51: 248-255.

Vikash Chandra, V. 2018. Applications and Investigations of Ozone in Cereal Grain Storage Processing: Benefits Potential Drawback. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. Special Issue.7: 5034-5041.