مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

ارزیابی تاثیر گاز ازن بر ویژگی‌های کیفی و میکروبی دانه ذرت

جلال محمدزاده [1*]، جواد زنگانه [2]

۱- استادیار علوم و صنایع غذایی بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران.

۲- مدیر اجرایی مرکز تحقیقات فرآورده های غذایی دارویی و طبیعی دانشگاه علوم پزشکی گلستان، گرگان، ایران.

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/۱۸

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۲/۲۲

کلمات کلیدی:

ازن‌دهی،

دانه ذرت،

ویژگی‌های کیفی و میکروبی.

DOI: 10.22034/FSCT.19.135.11

DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.135.2.8

* مسئول مکاتبات:

jmohamadzadeh@yahoo.com

چکیده

تولید ذرت بعد از گندم مقام دوم را در بین غلات داشته و معمولاً بخش زیادی از آن بلافاصله پس از برداشت مورد استفاده قرار نمی‌گیرد، بلکه برای استفاده تدریجی در فصول دیگر و یا به‌منظور صادرات به سایر مناطق، در انبارها نگهداری می‌شود. گسترش انواع قارچ‌ها و به‌دنبال آن تولید سم‌های قارچی به‌خصوص در مناطق با رطوبت بالا، علاوه بر خسارت کمی و کیفی به محصولات انبار شده سبب افزایش ضایعات و به‌مخاطره انداختن سلامت جامعه می‌شوند. در راستای جایگزینی روش‌های کم‌خطر افزایش عمرانبارمانی، در این تحقیق تاثیر گاز ازن با دو متغیر غلظت ازن (۲۵، ۵۰ و ۷۵ ppm) در مدت زمان ازن‌دهی (۱،۳، ۵ و ۷ روز) بر دانه ذرت غالب منطقه گلستان (رقم سینگل‌کراس۴۰۷) ارزیابی شد. همچنین ویژگی‌های میکروبی به لحاظ کنترل گسترش قارچ‌ها و تغییرات خصوصیات کیفی دانه بررسی شد. نتایج نشان داد، افزایش غلظت ازن تا ۵۰ ppm و زمان ازن‌دهی۳ روز بر کاهش رشد قارچ‌ها و تولید آفلاتوکسین معنی‌دار بوده است (P<۰/۰۵). همچنین نتایج حاکی از آن بود استفاده از غلظت ۷۵ ppm در زمان‌های۱، ۳، ۵ و ۷ روز سبب تغییرات اکسیداتیو معنی‌داری در خصوصیات روغن (افزایش شاخص اسیدیته) و نشاسته (افزایش شاخص کربوکسیل) دانه ذرت نسبت به نمونه شاهد شده است. همچنین شرایط مختلف ازن‌دهی تا غلظت ۵۰ ppm در زمان‌های مختلف تاثیر معنی‌داری بر میزان پروتئین دانه ذرت نداشت.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-08-04]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.135.2.8]

[DOI: 10.22034/FSCT.19.135.11]

۱- مقدمه

ذرت پس از گندم، بیشترین اراضی کشاورزی جهان را به خود اختصاص داده و به‌واسطه ترکیبات با ارزش غذایی نسبتاً زیاد در جیره غذایی انسان، دام، طیور و آبزیان مورد استفاده قرار می‌گیرد [۱]. یکی از روش‌های کم خطر برای افزایش ماندگاری دانه ذرت استفاده از گاز ازن (به‌جای استفاده از ترکیباتی مانند متیل بروماید)، در مخازن و سیلوهای ذخیره‌سازی ذرت به خصوص در صنایع خوراک دام و طیور می‌باشد [۲ و ۳]. دانه‌های ذرت معمولا با انواع اسپورهای قارچ‌ها در مزرعه آلوده می‌شوند. تاخیر در زمان برداشت و یا شرایط نامناسب خشک‌کردن دانه به‌خصوص در مناطق با رطوبت بالا شرایط محیطی مناسبی را جهت رشد قارچ‌ها و گسترش سم‌های قارچی ایجاد می‌کند و می‌تواند سبب خسارت‌های کمی و کیفی به دانه و سلامت آنها برای مصرف گردد. دما و رطوبت بالادر طی دوره نگهداری ذرت از عوامل اصلی رشد قارچ‌هایی مانند آسپرژیلوس، فوزاریوم و پنی سلیوم بوده که منجر به تولید سم‌های قارچی مانند آفلاتوکسین[۱]، فومنسین[۲]، دی اکسی نیوالنول[۳] و زیرالنون[۴] می‌شوند. لذا سلامت دانه ذرت در طی انبارداری از اهمیت خاصی برخوردار است [۳]. گاز ازن یک اکسیدکننده بسیار قوی می‌باشد که با حمله به دیواره سلولی و غشاهای مخاطی میکروارگانیسم‌ها باعث مرگ آنها شده به‌طوری که قادر است حتی لاشه میکروارگانیسم‌ها را متلاشی کند و روی تمام میکروارگانیسم‌ها مثل اسپورها و پاتوژن‌های قارچی، باکتری‌ها، کپک و مخمرها، ویروس‌ها و انگل‌ها تاثیر گذار است. ازن در سال‌های اخیر به‌عنوان یک جایگزین مناسب برای ضدعفونی‌کننده‌های متداول در زمینه‌های نگهداری و انبارداری محصولات کشاورزی، شستشوی محصولات کشاورزی، از بین بردن آفات و بیماری‌های مزرعه‌ای، ضدعفونی محصولات غذایی و آب مصرفی در فرآیندهای صنایع غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرد[٤]. ازن یا اکسیژن فعال مواد خطرناک از جمله سموم قارچی، ویروس‌ها، مخمرها و جلبک‌ها را در سطح مولکولی (با حمله به ساختار حلقوی سم و بازشدن آن) را از بین می‌برد. علی‌رغم تاثیر ازن بر غیر فعال‌سازی قارچ‌ها گزارش شده در بعضی موارد به خصوص در غلظت‌های نامناسب، ازن می‌تواند سبب پیشرفت و تسریع اکسیداسیون و یا تجزیه شیمیایی ترکیبات موجود در دانه ذرت گردد. تغییراتی از قبیل اکسیداسیون نشاسته، چربی، تغییر در میزان پروتئین، بی‌رنگی و افت قدرت جوانه‌زنی(قوه‌نامیه) در استفاده بیش از حد ازن می‌تواند در دانه صورت گیرد [۲ و ۵]. در بررسی تاثیر ازن بر جلوگیری از تولید سم قارچی دی‌اکسی‌نیوالنول گزارش شد گاز ازن به‌طور معنی‌داری در غیر فعال کردن قارچ فوزاریوم موثر بوده و سبب کاهش آلودگی به دی‌اکسی‌نیوالنول در غلظت ٦۰۰ میلی‌مول بر مول گاز ازن در زمان ۱۸۰ دقیقه شده است. استفاده از این غلظت می‌تواند ۱۲/۵ درصد قدرت جوانه زنی گندم را کاهش دهد، اما تاثیر معنی‌داری بر ارزش غذایی و خواص کیفی غله مورد بررسی (گندم) نداشته است[٦]. در بررسی دیگری تاثیر گاز ازن برای جلوگیری از رشد فوزاریوم و تولید فومانزین در دانه ذرت مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داده تاثیر گاز ازن بر نمونه‌های آلوده در غلظت‌هایppm ۱۰۰ و ۲۰۰ در مدت زمان ٦۰ و ۳۰ دقیقه به خوبی رویش اسپورها را مهار کرده‌است [۷]. امروزه استفاده از غلظت‌های مناسب ازن دارای اهمیت است زیرا ممکن است با افزایش غلظت گاز و زمان ازن‌دهی در برخی خواص فیزیکوشیمیایی و کیفی دانه ذرت تغییر ایجاد شود. لذا در این تحقیق به بررسی تاثیر گاز ازن با رویکرد غلظت و زمان ازن‌دهی مناسب بر خصوصیات کیفی و میکروبی ذرت پرداخته شده است.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱-تهیه نمونه ذرت

1. Aflatoxin
2. Fumonisin
3. Deoxynivalenol
4. Zearalenon

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-08-04]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.135.2.8]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.135.11]

نمونه ذرت مورد بررسی یکی از ارقام غالب منطقه گلستان (رقم سینگل کراس ٤٠٧) بود که با مدیریت زراعی مناسب در ایستگاه تحقیقاتی گرگان کشت گردید. نمونه‌ها در اواخر مهرماه برداشت و پس از جداسازی ناخالصی ها تا رطوبت ۸ درصد خشک شدند.

۲-۲- روش ازن‌دهی

ازن به‌طورالکتروستاتیکی به‌وسیله یک ازن ژنراتور تولید شد. ازن‌دهی ذرت در ظروف استوانه‌ای شکل پلی‌اتیلنی به ظرفیت ۱۰ کیلوگرم و مجهز به درپوش کامل لاستیکی و لوله‌های ورودی و خروجی گاز انجام گرفت. هنگامی که غلظت گاز محفظه به میزان مورد نظر رسید با مهر و موم کردن محفظه دمش قطع شد و تزریق گاز تا ثبات غلظت ازن خروجی ادامه داشت. ازن‌دهی با دو متغیر اصلی غلظت ازن (۲۵، ۵۰ و ۷۵ ppm) و مدت زمان ازن‌دهی (۱،۳، ۵ و ۷ روز) با بررسی تغییرات خصوصیات کیفی و میکروبی ذرت مورد ارزیابی قرار گرفت. آزمایش‌های نمونه شاهد در شرایط مشابه بدون تزریق گاز ازن نیز انجام شد.

۲-۳-آزمون‌ها

۲-۳-۱-تعیین میزان آلودگی قارچی

۵۰ گرم نمونه با ٤٥٠ میلی‌لیتر بافر فسفات استریل برای مدت ۲ دقیقه در شیکر مخلوط و سپس با انتقال ۱ میلی‌لیتر از نمونه به ۹ میلی‌لیتر محلول استریل بافر فسفات رقت‌های ۰/۰۱/۱، ۰/۰۰۱، ۰/۰۰۱ تهیه شد. از هر رقت با استفاده از کشت سطحی[6] به محیط کشت PDA[7] (مرک، آلمان) منتقل شد. نمونه‌ها در اینکوباتور با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد برای مدت ۵ روز نگهداری و در پایان این مدت میزان آلودگی دانه‌ها به صورت کلنی واحد در گرم (cfu/g) گزارش شد [۸].

۲-۳-۲-تعیین میزان سم قارچی

برای تشخیص و تعیین میزان آفلاتوکسین نمونه‌ها (بر حسب میکروگرم بر کیلوگرم) از روش کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا و خالص‌سازی با ستون ایمونوافینتی استفاده شد [۹].

5. Spread-plate
6. Potato Dextrose Agar

۲-۳-۳-تعیین تغییرات کیفی

۲-۳-٤-شاخص اسیدی

چربی از ۱۰ گرم نمونه آرد شده دانه ذرت توسط دستگاه سوکسله و حلال هگزان استخراج شد. چربی استخراج شده را در حضور فنل‌فتالئین تا حصول رنگ صورتی با محلول پتاس ۰/۱ نرمال تیتر و عدد اسیدی با توجه به میزان پتاس مصرفی بر حسب درصد بیان گردید [۱۰].

۲-۳-۵-مقدار کربوکسیل نشاسته

جداسازی نشاسته بر اساس روش واینر و همکاران (۲۰۱۲) انجام شد. نشاسته به‌دست آمده در آون با دمای ٤٠ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲ ساعت خشک و جهت اندازه‌گیری میزان کربوکسیل مورد استفاده قرار گرفت. مقدار کربوکسیل نشاسته جدا شده بر اساس روش چاتوپادهیای و همکاران(۱۹۹۷) و تیتراسیون در مقابل سود ۰/۱ نرمال در مقابل شاهد اندازه گیری شد [۱۱ و ۱۲].

۲-۳-٦-مقدار پروتئین

مقدار ازت دانه با استفاده از دستگاه میکروکلدال تمام اتوماتیک اندازه‌گیری شد. سپس با استفاده از میزان ازت محاسبه شده و ضریب تبدیل میزان پروتئین نمونه‌ها محاسبه گردید [۱۰].

۲-٤- تجزیه و تحلیل آماری

داده‌های حاصل از آزمایش‌ها با استفاده از آزمایش فاکتوریل، با دو تیمار غلظت و زمان ازن دهی در قالب طرح کاملاً تصادفی و در سه تکرار مورد بررسی قرار گرفت. میانگین اثرات اصلی و متقابل از طریق آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد مورد بررسی قرار گرفت.

۳- نتایج وبحث

۳-۱-تاثیر ازن بر میزان قارچ‌ها در دانه ذرت

جدول ۱ اثر متقابل شرایط مختلف ازن‌دهی را بر میزان آلودگی قارچی دانه ذرت نشان می‌دهد. تجزیه آماری نتایج بیان‌گر تاثیر معنی‌دار عامل‌های غلظت، زمان ازن‌دهی و اثر متقابل آنها بوده‌است ($P<0/05$).

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-08-04]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.135.2.8]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.135.11]

Table 1 Effect of ozonation time and concentration on the fungi content of corn seed (cfu/g×10^3)

Ozone concentration(ppm)	Ozonation time (day) 1	3	5	7
25	2.3±0.46[e]	1.6±5.5[d]	0.9±0.26[c]	0.6±0.21[c]
50	0.25±0.07[b]	0.19±0.06[ab]	0.13±0.08[a]	0.12±0.05[a]
75	0.12±0.03[a]	0.11±0.05[a]	0.10±0.04[a]	0.10±0.03[a]
(Control)	3.4±0. 4[f]			

*Numbers with different letters indicate significant differences in the 5% level of probability.

نتایج اثر عامل زمان ازن‌دهی صرف‌نظر غلظت ازن نشان داد در زمان‌های ۳، ۵ و ۷ روز با افزایش غلظت ازن از ۲۵ به ۵۰ ppm گسترش قارچ‌ها کاهش معنی‌داری داشته درحالی‌که در تمامی زمان‌های مذکور افزایش غلظت بالای ۵۰ ppm تاثیری نداشت (شکل ۱).

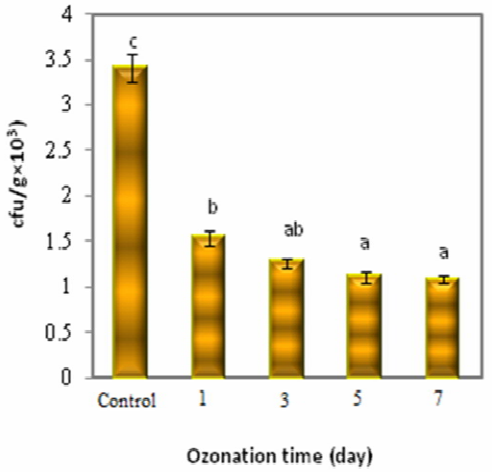

Fig 1 Ozonation time effect on the growth of fungi (P<0.05).

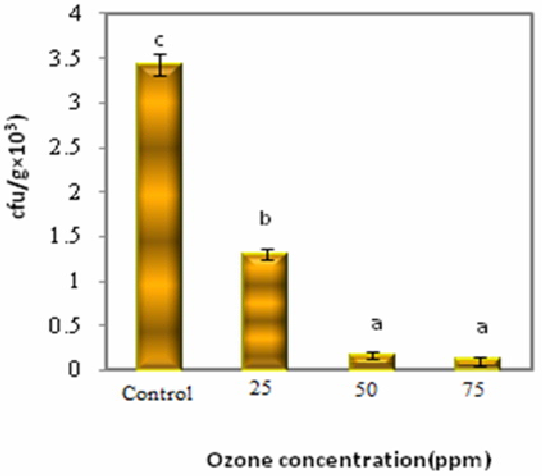

Fig 2 Ozonation concentration effect on the growth of fungi (P<0.05).

نتایج اثر عامل اصلی غلظت ازن صرف‌نظر از زمان ازن‌دهی نشان داد با افزایش غلظت ازن به طور معنی‌داری از رشد قارچ‌ها کاسته شده‌است اما آزمون مقایسه میانگین‌ها حاکی از آن بود که بین غلظت‌های ۵۰ و ۷۵ ppm اختلاف معنی‌داری وجود ندارد (P<۰/۰۵). نتایج حاصل ازتحلیل آماری در غلظت ۲۵ ppm در زمان‌های مختلف ازن‌دهی کاهش رشد قارچ‌ها را نشان داد به طوری‌که میزان آنهااز ۲/۳ (کلنی واحد در گرم×۱۰^{۳}) در ۱ روز ازن‌دهی به ۰/٦ (کلنی واحد در گرم×۱۰^{۳}) در ۷ روز ازن‌دهی کاهش یافته است. در غلظت ۵۰ ppm نیز با افزایش زمان ازن‌دهی گسترش قارچ‌ها کاهش یافته است(P<۰/۰۵).در غلظت ۷۵ ppm نیز کاهش رشد قارچ‌ها در زمان‌های ۱ تا ۷ روز معنی‌دار نبود (شکل ۲). لذا می‌توان نتیجه گرفت استفاده از غلظت ۵۰ ppm به‌مدت ۳ روز شرایط مناسب به‌جهت کاهش رشد قارچ‌ها در دانه ذرت بوده‌است به‌طوری‌که در این شرایط میزان قارچ‌ها از ۳/٤ (کلنی واحد در گرم×۱۰^{۳}) در نمونه شاهد به ۰/۱۹ (کلنی واحد در گرم×۱۰^{۳}) محدود شده‌است. مایسون و همکاران (۲۰۰۵) در بررسی اثر ازن بر کنترل آفات و سم‌های قارچی گزارش کردند غلظت‌های پایین ازن به‌طور معنی‌داری در غیر فعال کردن قارچ فوزاریوم موثر بوده‌است و بیان داشتند غلظت ۲۵ ppm مانع رشد سطحی، اسپورزایی و تولید سم قارچی توسط قارچ فوزاریوم شده است [۱۳]. مایلونا و همکاران (۲۰۱٦) در بررسی تاثیر گاز ازن برای مهار رشد فوزاریوم و تولید فومانزین در دانه ذرت نشان دادند مجاورت گاز ازن با نمونه‌های آلوده در غلظت‌های ۱۰۰ تا ۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلو-گرم به خوبی رویش اسپورها را مهار کرده و سبب کاهش آلودگی قارچی تا سطح ۹٤ درصد شده است که با نتایج این تحقیق هم‌راستا است [۷].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-08-04]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.135.2.8]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.135.11]

۳-۲-تاثیر ازن بر میزان سم‌قارچی آفلاتوکسین در دانه ذرت

جدول ۲ اثر متقابل شرایط مختلف ازن‌دهی بر میزان آفلاتوکسین‌ها را در دانه ذرت نشان می‌دهد. تجزیه آماری نتایج بیان‌گر تاثیر معنی‌دار عامل‌های غلظت، زمان ازن‌دهی و اثر متقابل آنها بر میزان آفلاتوکسین‌ها در دانه ذرت بوده است (P<۰/۰۵).

Table 2 Effect of ozonation time and concentration on the aflatoxin content of corn seed (ug/Kg)

Ozone concentration(ppm)	Ozonation time (day) 1	3	5	7
25	9.24±0.56[d]	5.15±0.41[c]	3.74±0. 6[b]	2.63±0.52[a]
50	2.14±0.33[a]	ND	ND	ND
75	ND	ND	ND	ND
(Control)	19.15±0.53[e]			

*Numbers with different letters indicate significant differences in the 5% level of probability.
ND : Non-detectable

مقایسه میانگین‌ها نشان داد روند کاهشی تولید آفلاتوکسین بین زمان‌های ۳ ، ۵ و ۷ روز از نظر آماری معنی‌داری نیست (شکل ۳).

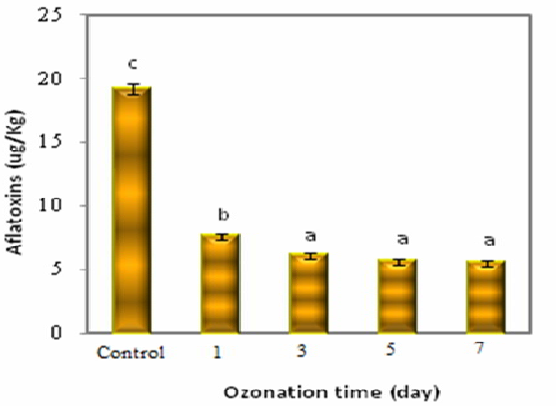

Fig 3 Ozonation time effect on the Aflatoxins (P<0.05).

نتایج حاکی از آن است تزریق گاز ازن به‌طور معنی‌داری سبب کاهش تولید آفلاتوکسین‌ها نسبت به نمونه شاهد شده است. افزایش غلظت از ۲۵ تا ۷۵ ppm نیز سبب کاهش معنی‌دار آفلاتوکسین‌ها شده به طوری‌که میزان آن از ۵/۱۱ میکروگرم در کیلوگرم در غلظتppm ۲۵ گاز ازن به غیر قابل اندازه‌گیری در غلظتppm ۷۵ رسیده است (شکل ٤).

آزمون مقایسه میانگن‌ها نشان داد در غلظت ppm ۵۰ با افزایش زمان ازن‌دهی میزان آفلاتوکسین‌ها تغییر معنی‌داری نداشت. (P<۰/۰۵). به عبارت دیگر تاثیر عامل غلظت ازن نسبت به زمان ازدهی از اهمیت بیشتری برخوردار است. لذا می‌توان نتیجه گرفت استفاده از غلظتppm ۵۰ به مدت ۳ روز شرایط مناسب به لحاظ کنترل گسترش آفلاتوکسین‌ها در دانه ذرت بوده است که در این شرایط میزان آفلاتوکسین‌ها غیر قابل اندازه‌گیری بود.

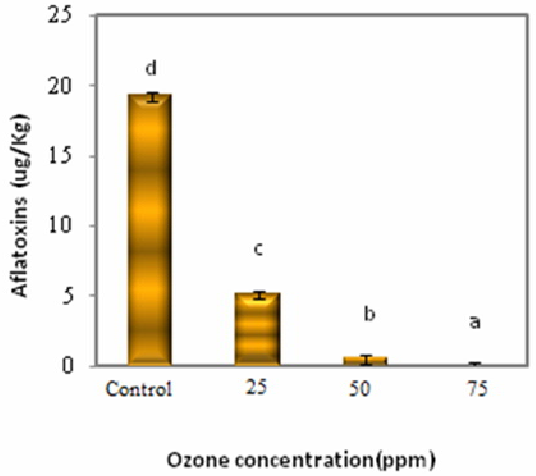

Fig 4 Ozonation concentration effect on the Aflatoxins (P<0.05).

تغییر در غلظت و زمان ازن زنی به نوع دانه و ساختار آن بستگی دارد. ذرت ساختار پریکارپ و آندوسپرم متخلخل‌تری نسبت به سایر غلات داشته وگاز ازن راحت‌تر می‌تواند نفوذ کند. ازن یک اکسیدکننده قوی ماست که به صورت عرضی با باندهای دوگانه ۸-۹ حلقه فوران آفلاتوکسین‌ها اتصال برقرار می‌کند و به صورت الکتروفیلیک جذب حلقه فوران می‌شود و قادر است در مدت چند دقیقه آفلاتوکسین‌ها را به‌طور کامل تجزیه کند [١٤]. نتایج تحقیق پروکتور و همکاران (۲۰۰٤)

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-08-04]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.135.2.8]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.135.11]

نیز تخریب آفلاتوکسین‌های مغز بادام زمینی قرار گرفته در معرض گاز ازن (تخریب۸۷ درصد آفلاتوکسین B1 و ۹۰ درصد آفلاتوکسین G1) را نشان داد که تاییدی بر نتایج این تحقیق می‌باشد [۱۵].

۳-۳-تاثیر ازن بر میزان تندی روغن دانه ذرت

نتایج بیان‌گر تاثیر معنی‌دار اثرات عامل‌های اصلی غلظت، اثر متقابل غلظت و زمان‌دهی و با شدت کمتر اثر عامل زمان‌دهی **بر** میزان تندی روغن دانه ذرت بوده‌است (P<۰/۰۵).

Table 3 Effect of ozonation time and concentration on the acidity Value of corn seed (%)

Ozone concentration(ppm)	Ozonation time (day) 1	3	5	7
25	0.46±0.04[a]	0.46±0.03[a]	0.47±0.03[a]	0.48±0.04[a]
50	0.49±0.05[a]	0.49±0.04[a]	0.53±0.05[ab]	0.56±0.02[b]
75	0.54±0.04[b]	0.63±0.02[c]	0.7±0.03[d]	0.83±0.03[e]
(Control)	0.46±0.05[a]			

*Numbers with different letters indicate significant differences in the 5% level of probability.

اثر عامل غلظت ازن بر اسیدیته روغن دانه ذرت حاکی از آن بود با افزایش غلظت ازن از صفر تا ppm ۷۵ میزان اسیدیته افزایش یافته‌است. نتایج آزمون مقایسه میانگین‌ها نشان داد این افزایش تا غلظت ppm ۵۰ معنی‌داری نبوده و از آن غلظت به بالا تغییرات با افزایش زمان ازن‌دهی اسیدیته در ذرت به‌طور معنی‌داری نسب به نمونه شاهد افزایش داشته‌است. آزمون مقایسه میانگین‌ها نشان داد بین زمان‌های ازن‌دهی از ۱ تا ۷ روز این افزایش تا زمان ۳ روز معنی‌دار نبوده اما این افزایش در زمان ۷ روز معنی‌دار است (شکل۵). در غلظت ۲۵ گاز ازن در تمامی زمان‌های ازن‌دهی اثر ازن بر افزایش اسیدیته معنی‌دار نبود. در غلظت ppm ۵۰ نیز با افزایش زمان ازن‌دهی میزان اسیدیته تا زمان ۳ روز تغییر چشم‌گیری نداشته (P<۰/۰۵) و فقط در زمان‌های ۵ و۷ روز ازن‌دهی افزایش معنی‌دار بود (شکل٦). لذا می‌توان بیان کرد استفاده از غلظت ازن تا ۵۰ppm و زمان ازن‌دهی تا ۳ روز به لحاظ کنترل تندشدن روغن در دانه ذرت قابل پیشنهاد است. اکسیداسیون روغن ممکن است در اثر اکسیدشدن اسیدهای چرب غیر اشباع روغن دانه توسط گاز ازن رخ دهد. گاز ازن می‌تواند با ترکیبات شیمیایی موجود در دانه واکنش نشان دهد و بسته به غلظت و مدت زمان ازن‌دهی سبب تغییرات اکسیداتیو در دانه گردد [٦]. به‌طور مشابه پرودنت و کینگ (۲۰۰۲) نیز تغییر معنی‌داری را در پروفایل اسیدهای چرب ذرت و پایداری اکسیداتیو آن مشاهده نکردند [۱۵].

ونگ و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند غلظت‌های پایین گاز ازن اثری بر اکسیداسیون روغن ذرت ندارد، اما غلظت‌های بالاتر سبب خسارت اکسیداسیون در دانه‌ها شده که تاییدی بر نتایج این تحقیق می‌باشد [١٦].

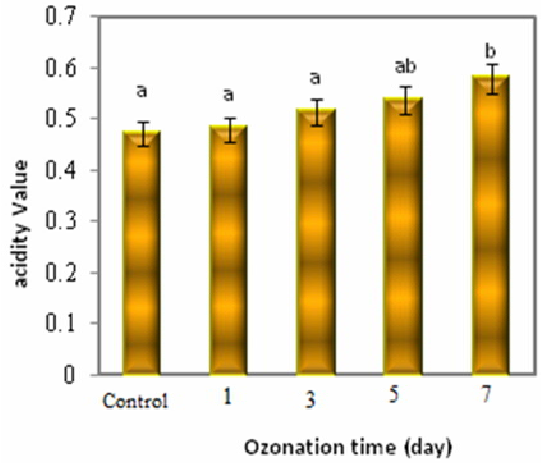

Fig 5 ozonation time effect on the acidity value (P<0.05).

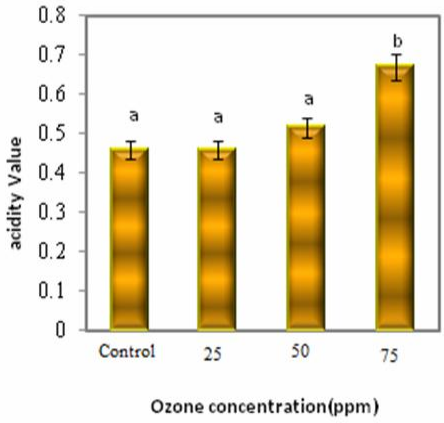

Fig 6 ozonation concentration effect on the acidity value (P<0.05).

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-08-04]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.135.2.8]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.135.11]

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-08-04]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.135.2.8]

[DOI: 10.22034/FSCT.19.135.11]

۳-٤-تاثیر ازن بر تغییرات نشاسته ذرت

جدول ٤ اثر متقابل شرایط مختلف ازن‌دهی بـر میـزان تـشکیل کربوکسیل در نشاسته دانه ذرت را نشان می‌دهد. تجزیه آماری نتایج بیان‌گر تاثیر معنی‌دار اثرات عامل‌های اصلی غلظت، عامل زمان‌دهی و اثر متقابل غلظت و زمان است (P<۰/۰۵).

Table 4 Effect of ozonation time and concentration on the Carboxyl content of corn seed (%).

Ozone concentration(ppm)	Ozonation time (day) 1	3	5	7
25	0	0	0	0
50	0	0	0	0.058±0.01[a]
75	0.061±0.015[a]	0.079±0.024[b]	0.082±0.025[b]	0.091±0.017[c]
(Control)	0			

*Numbers with different letters indicate significant differences in the 5% level of probability.

آزمون مقایسه میانگین‌ها نـشان داد اگرچـه از روز ۱ ازن‌دهـی کربوکسیل تشکیل گردیده اما افزایش و تغییرات آن در زمـان-های مختلف تا روز ۵ نسبت به شاهد معنـی‌دار نبـوده اسـت (شکل۷).

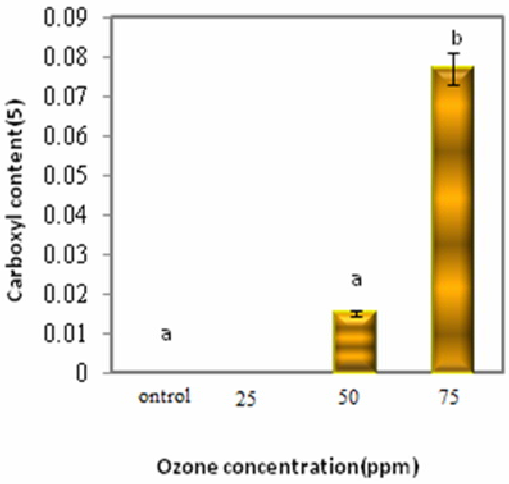

Fig 7 Ozonation time effect on the Carboxyl content (P<0.05).

با افزایش غلظت ازن از صفر تـا ۵۰ ppm میـزان کربوکـسیل تغییر معنی‌داری نداشته است(P<۰/۰۵). نتایج آزمـون مقایـسه میـانگین‌هـا نـشان داد گـاز ازن در غلظـت ۷۵ ppm بـه‌طـور معنی‌داری سبب تشکیل کربوکسیل نسبت به نمونه شاهد شده است به طوری‌کـه میـزان آن بـه ۰/۰۷۸ درصـد رسـیده اسـت (شکل۸). لازم به ذکر است افزایش زمان ازن‌دهی تاثیر معنی-داری برمیـزان کربوکـسیل تـا روز ۵ ازن‌دهـی نداشـت (P<۰/۰۵). نتایج به‌خوبی نشان می‌دهد غلظـت‌هـای بـالاتر از غلظت ۵۰ ppm به همراه زمان‌های بالاتر از ۵ روز مـی‌توانـد سـبب تغییـرات اکـسیداتیو نـشاسته در دانـه ذرت گـردد.

غلظت ۲۵ ppm در تمامی زمان‌های ازن‌دهی اثـری بـر میـزان کربوکسیل نداشته و مقدار آن صفر است. در غلظت ۵۰ ppm نیز با افزایش زمان ازن‌دهی تا زمان ۵ روز کربوکسیلی تـشکیل نشد و مقدار آن صفر است.

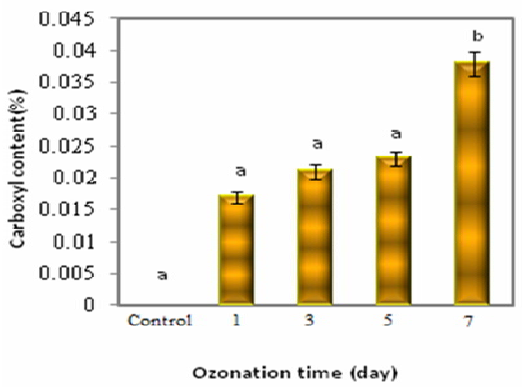

Fig 8 Ozonation concentration effect on the Carboxyl content (P<0.05).

در غلظت ۷۵ ppm تا زمان ۱ روز تغییر معنی‌داری نسبت به شاهد مشاهده نگردید و فقط در زمان‌های۳، ۵ و ۷ روز افزایش معنی‌دار بود (P<۰/۰۵).

به عبارت دیگر تاثیر عامل غلظت‌های بـالای ازن و زمـان‌هـای ازن‌دهی بالا سبب تغییر اکسیداتیو نشاسته گردیـده اسـت. لـذا می‌توان نتیجه گرفـت اسـتفاده از ازن در غلظـت ۲۵ ppm در تمامی زمان‌ها و غلظـت ۵۰ ppm تـا زمـان ۵ روز و غلظـت ۷۵ ppm تـا زمـان ۱ روز ازن‌دهـی بـه لحـاظ عـدم تـشکیل گروه‌های کربوکسیل در نشاسته دانه ذرت قابل اعمال است.

پس از قرار گرفتن در معرض طولانی مـدت ازن، گـاز ممکـن است به نشاسته دانه نفوذ کرده و باعث اکـسیداسیون آن شـود. از آنجا که دانه ذرت دارای مقدار نـسبتا بـالای نـشاسته اسـت

اکسیداسیون این قسمت دانه یک عارضه جانبی احتمالی گاز ازن است که سبب کاهش کیفیت دانه می‌شود [٦]. نتایج وانیر و همکاران (٢٠١٢)، تغییر معنی‌داری را در تبلور نشاسته در شرایط مختلف ازن‌دهی نشان نداد و تغییرات کربوکسیل نیز چشم‌گیر نبود [١١]. ساوی و همکاران (٢٠١٤) نیز تغییرات مقدار کربوکسیل و کربونیل نشاسته دانه گندم را پس از اعمال ٦٠ تا ١٢٠ میکرومول بر مول ازن به ترتیب در دامنه ٠ تا ٠/٠٧٩ و ٠/١٩٨ تا ٠/٥٢٣ درصد گزارش کردند که تاییدی در راستای نتایج این تحقیق است [٨].

٣-٥-تاثیر ازن بر میزان پروتئین دانه ذرت

اثر متقابل شرایط مختلف ازن‌دهی بر میزان تغییرات پروتئین دانه ذرت در شرایط مختلف ازن‌دهی نسبت به نمونه شاهد در جدول ٥ آمده‌است. همانطور که مشاهده می‌گردد تغییرات پروتئین در دامنه ١٠/٤١ تا ٩/٢٤ درصد در شرایط مختلف ازن‌دهی بوده‌است (P<٠/٠٥).

Table 5 Effect of ozonation time and concentration on the Protein content of corn seed (%).

Ozonation time (day)				
7	5	3	1	Ozone concentration(ppm)
10.40±0.29[a]	10.39±0.4[a]	10.41±0.35[a]	10.40±0.21[a]	25
10.36±0.31[a]	10.35±0.40[a]	10.37±0.56[a]	10.38±0.36[a]	50
9.24±0.31[c]	9.63±0.51[b]	10.20±0.44[a]	10.31±0.38[a]	75
10.44±0.30[a]				(Control)

*Numbers with different letters indicate significant differences in the 5% level of probability.

نتایج بررسی عامل زمان ازن‌دهی نیز نشان داد با افزایش زمان ازن‌دهی تغییرات میزان پروتئین نسب به شاهد معنی‌دار نبوده است (P<٠/٠٥). آزمون مقایسه میانگین‌ها نشان داد بین زمان-های ازن‌دهی از ١ تا ٧ روز نیز اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (شکل٩).

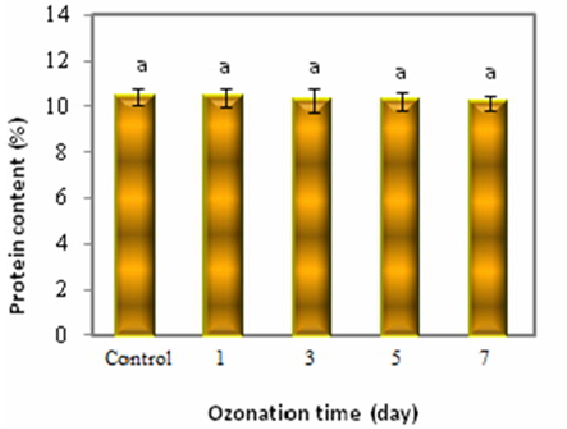

Fig 9 Ozonation time effect on the Protein content (P<0.05).

بررسی روند تغییرات پروتئین متاثر از عامل غلظت ازن به‌تنهایی نشان داد با افزایش غلظت ازن از صفر تا ٧٥ ppm تغییرات پروتئین اندک است. آزمون مقایسه میانگین‌ها نشان داد تغییرات میزان پروتئین تا غلظت ٥٠ ppm نسبت به نمونه شاهد معنی‌دار نبوده و در غلظت٧٥ ppm میزان پروتئین به ٩/٨٦ درصد رسیده‌است و در مقایسه با شاهد ٠/٥٦ درصد کاهش یافته است (شکل١٠).

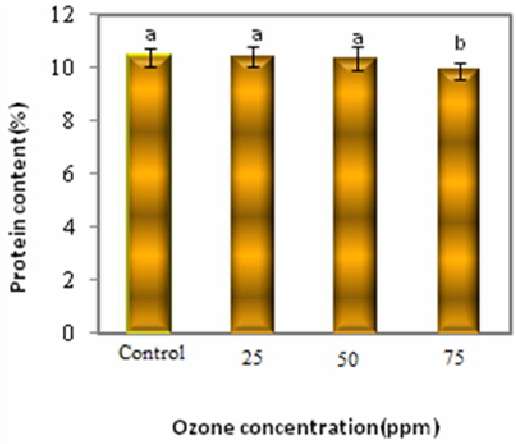

Fig10 Ozonation concentration effect on the Protein content (P<0.05).

پروتئین‌ها به‌عنوان یکی از اجزای تشکیل‌دهنده غالب در ذرت، توسط رادیکال‌های آزاد اکسیژن می‌تواند مورد حمله قرار می‌گیرند وغلظت‌های بالای ازن موجب افزایش میزان تجزیه پروتئین‌ها می‌شوند [١٨]. وانگ و همکاران (٢٠٠٨) نشان دادند در غلظت‌های پایین گاز ازن (کمتر ازppm ٥٠) بین میزان پروتئین در نمونه‌های ازن‌دهی شده در مقایسه با ذرت شاهد وجود ندارد که با نتایج این تحقیق هم راستا می‌باشد [١٧].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-08-04]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.135.2.8]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.135.11]

٤- نتیجه‌گیری

گاز ازن در غلظت‌های بالا می‌تواند سبب اکسیداسیون و یا تجزیه ترکیبات شیمیایی موجود در دانه ذرت شود. بر اساس نتایج این تحقیق گاز ازن به‌طور موثری در مهار گسترش قارچ‌ها و سم های قارچی در دانه ذرت موثر است و در غلظت و زمان بهینه تغییر معنی‌داری در خصوصیات فیزیکو شیمیایی دانه ذرت حاصل نشده است.

٥- قدردانی

این پژوهش با همکاری و مساعدت‌های مالی دانشگاه علوم پزشکی استان گلستان واحد مرکز تحقیقات سلامت غلات و مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گلستان انجام شده که بدین وسیله نویسندگان مراتب قدردانی و تشکر خود را اعلام می‌دارند.

٦- منابع

[1] 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.

[2] 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.

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

[4] László1, Z. Hovorka, S. Beszédes1, S. Kertész1, C. Hodúr1, E. 2007. Comparison of the effects of ozone, UV and combined ozone/UV treatment on the colour and microbial counts of wheat flour. IOA Conference and Exhibition Valencia, Spain – October, 29 – 31.

[5] Prudente., A. D., and King, J. M. 2002. Efficacy and safety evaluation of ozonation to degrade aflatoxin in corn. Journal of Food Science. 67(8): 2866–2872.

[6] Savi, G. D., Piacentini, K. C., Bittencourt, K. O., and Scussel, V. S. 2018. Ozone treatment efficiency on Fusarium graminearum and deoxynivalenol degradation and its effects on whole wheat grains (Triticum aestivum L.) quality and germination. Journal of Stored Products Research. 59 : 245-253.

[7] Mylona, K., Kogkaki, E., Sulyok, M., and Magan, N. 2016. Efficacy of gaseous ozone treatment on spore ermination, growth and fumonisin production by Fusarium verticillioides in vitro and in situ in maize. Journal of Stored Products Research. 59: 178-184.

[8] Savi, G.D., and Scussel, V. M. 2014. Effects of ozone gas exposure on toxigenic fungi species from Fusarium, Aspergillus and Penicillium genera. Ozone Science & Engineering, 3: 312-319.

[9] AACC, 2005. AACC Approved Methods AACC, American Association of Cereal Chemists, Inc, St. Paul, Minnesota, USA.

[10] AOAC, 2005. Official methods of analysis. 17 th Ed. Association of Official Analytical Chemists. Arlington. VA. USA.

[11] Vanier, N. L., Zavareze, E. R., Pinto, V. Z., Klein, B., Botelho, F. T., Dias, A. R. G., and Elias, M. C. 2016. Physicochemical, crystallinity, pasting and morphological properties of bean starch oxidised by different concentrations of sodium hypochlorite. Food Chemistry. 131: 1255-1262.

[12] Chattopadhyay, S., Singhal, R. S., Kulkarni, P. R. 1997. Optimization of conditions of synthesis of oxidized starch from corn and amaranth for use in film-forming applications. Carbohydrate. Polymers. 34: 203-212.

[13] Mason, L. J., Woloshuk, C. P., Mendoza, F., and Kells, S. A. 2005. Ozone: A new control strategy for stored grain. 9th International Working Conference on Stored Product Protection. PS7:33 – 6314.

[14] 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.

[15] Proctor, A. D., Ahmedna, M., Kumar, J. V., and Goktepe, I .2004. Degradation of aflatoxins in peanut kernels/flour by gaseous ozonation and mild heat treatment. Food Additives and Contaminants. 21(8): 786-793.

[16] Prudente., A. D., and King, J. M. 2012. Efficacy and safety evaluation of ozonation to degrade aflatoxin in corn. Journal of Food Science. 67(8): 2866–2872.

[17] Wang. L., Luo, Y., Wang, R., and Li, Y. 2018. Effect of deoxynivalenol detoxification by ozone treatment in wheat grains. Food Control. 66: 137-144.

[18] Guzel-Seydim, Z. B., Greene, A. K., Seydim, A. C., 2004. Use of ozone in the food industry. Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie. 37 (4): 453–460.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-08-04]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.135.2.8]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.135.11]

Journal of Food Science and Technology (Iran)

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-08-04]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.135.2.8]

[DOI: 10.22034/FSCT.19.135.11]

Evaluating the effect of ozone gas on the qualitative and microbial characteristics of corn seeds

Mohammadzadeh, J. [1], Zanganeh, J. [2*]

1. Assistant Professor, Agricultural Engineering Research Department ,Golestan Agricultural and Natural Resources Research Center, AREEO, Gorgan, Iran
2. Executive Director of the Research Center for Medicinal and Natural Food Products, Golestan University of Medical Sciences, Gorgan, Iran

ARTICLE INFO

Article History:

Received 2023/ 01/ 08
Accepted 2023/ 03/ 13

Keywords:

Corn,
Ozonation,
Qualitative
and microbial characteristics.

DOI: 10.22034/FSCT.19.135.11
DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.135.2.8

*Corresponding Author E-Mail:
jmohamadzadeh@yahoo.com

ABSTRACT

Corn production rank is second among cereals after wheat crop, and usually, a large part of it is not used immediately after harvesting, but is kept in storage for gradual use in other seasons or exported to other regions. The spread of different types of fungi and the production of fungal toxins, especially in areas with high humidity, in addition to quantitative and qualitative damage to stored products, cause an increase in waste and endanger the health of society. To replace the low-risk methods of increasing the storage life, in this research, the effect of ozone gas with two variables of ozone concentration; (25, 50 and 75 ppm) in the duration of ozonation (1, 3, 5 and 7 days) on the dominant corn grain (Single cross number 407) in Golestan region, was evaluated. The microbial characteristics were compared with the control sample in terms of controlling the spread of fungi and changes in the seed qualitative aspects. The results showed that increasing the ozone concentration up to 50 ppm and the ozonation time of 3 days had a significant effect on reducing the growth of fungi and the production of aflatoxin ($P<0.05$). Also, the results indicated that the use of 75 ppm concentration in 1, 3, 5, and 7 days had caused significant oxidative changes in the characteristics of fat (increased acidity indices) and starch (increased carboxyl index) of corn kernels compared to the control sample. Different conditions of ozonation up to the concentration of 50 ppm at varying times did not have a significant effect on the amount of corn seed protein ($P<0.05$).