Journal of
Inflammatory Diseases
(Previous Title: The Journal of Qazvin University of Medical Sciences)

October, November 2020. Vol 24. Num 4

Short Report:

A Comparative Study on Deoxynivalenol Mycotoxin Level in Wheat Flour and Bread Samples

Issa Gholampour Azizi[1], Javid Arjmandi[2], Sanaz Ahmadi[3], *Samaneh Rouhi[4,5]

1. Department of Laboratory Sciences, Faculty of Medicine, Islamic Azad University, Babol Branch, Babol, Iran.
2. Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Ayatollah Amoli Branch, Amol, Iran.
3. Social Determinants of Health Research Center, Research Institute for Health Development, Kurdistan University of Medical Sciences, Sanandaj, Iran.
4. Children Growth Research Center, Research Institute for Prevention of Non-communicable Diseases, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran.
5. Clinical Research Development Unit, Kosar Hospital, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran.

Use your device to scan and read the article online

Citation Gholampour Azizi I, Arjmandi J, Ahmadi S, Rouhi S. A Comparative Study on Deoxynivalenol Mycotoxin Level in Wheat Flour and Bread Samples. Journal of Inflammatory Diseases. 2020; 24(4):366-373. https://doi.org/10.32598/JQUMS.24.4.8

https://doi.org/10.32598/JQUMS.24.4.8

CC BY NC

Received: 8 Apr 2020
Accepted: 26 Jul 2020
Available Online: 01 Oct 2020

Keywords:
Deoxynivalenol, Wheat, Flour, Bread

ABSTRACT

Background Deoxynivalenol (DON) is one of the most common mycotoxins found in cereal products.
Objective The purpose of this study is to compare the DON contamination level in raw wheat flour and bread.
Methods In this analytical study with cross-sectional design, a total of 44 wheat flour and bread samples (Lavash flour and bread, and Barbari flour and bread) were collected. The DON level was measured using ELISA method. Collected data were analyzed in SPSS software by using ANOVA and t-test considering a significance level of P≥0.05.
Findings The Mean±SD total DON level in the flour and bread samples was 0.03±0.04 and 0.12±0.21 µg/kg. The mean DON level in the Lavash and Barbari flour samples was 0.01±0.02 and 0.01±0.01 µg/kg, and in the Lavash and Barbari bread samples as 0.04±0.03 and 0.16±0.27 µg/kg, respectively. There was no statistically significant difference in the DON levels between flour and bread samples (P≥0.05).
Conclusion The presence of DON in the studied samples was observed, but its contamination level was lower than the permissible limit.

Extended Abstract

1. Introduction

The Deoxynivalenol (DON) mycotoxin is generally produced by Fusarium graminearum and Fusarium culmorum [1, 2]. This toxin is commonly found in cereal products [3-5]. According to the European Commission report, the maximum permissible limit of DON in wheat flour is 750 µg/kg, and in bread as 500 µg/kg [6]. European Food Safety Authority reported that 1.7% of animal food and 0.8% of human food has a contamination level above the standard level [7].

In Vidal et al.'s study in 2016, it was shown that the hydrolysis enzymes used in the bakery reduced the amount of DON from 10 to 14% at 45°C [8]. In the study by Yazdanpanah et al. in 2014, 13.9% of the cereal samples and its products were contaminated with DON by a maximum level of 368.7 ng/g and an average level of 118.2 ng/g [9]. Bread made from wheat flour is considered as the main source of human food. Therefore, it is necessary to iden-

Corresponding Author:
Samaneh Rouhi
Address: Children Growth Research Center, Research Institute for Prevention of Non-communicable Diseases, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran.
Tel: +98 (935) 3929575
E-Mail: roohi.samaneh@yahoo.com

Journal of
Inflammatory Diseases
(Previous Title: The Journal of Qazvin University of Medical Sciences)

tify the type and amount of fungal toxins in various food products to control and provide the necessary solutions to eliminate it. Due to the fact that the production of fungal toxins is higher in humid areas, this study aims to compare the DON contamination level in wheat flour and bread in northern Iran with humid climate.

2. Materials and Methods

This is an analytical study with cross-sectional design conducted in Mahmudabad, Mazandaran, Iran in Spring 2016. The sample size, according to the capacity of the Enzyme-Linked Immunosorbent Assay (ELISA) kit, was determined 44. For this purpose, 44 samples of wheat flour and bread were prepared from the selected bakeries; 12 Lavash flour and 12 Lavash bread (from the Lavash bakeries No.1 and 2), and 10 Barbari flour and 10 Barbari breads (from the Barbari bakeries No.1 and 2). All samples were kept in the refrigerator at a temperature of 4°C until transferring to the laboratory [10]. First, 5 g of each flour sample was measured using a digital scale and poured into Erlenmeyer flasks, separately. Then, 25 cc of 72% methanol was added to the flour-containing flasks and mixed well for 3 minutes using a shaker. The resulting solution was then filtered using a filter paper (Whatman Grade 1) and the extract was collected [11]. The amount of DON in the samples was measured according to the instructions of the Veratox ELISA kit (Neogen, USA) [12]. Data were analyzed in SPSS v. 20 software using Analysis of Variance (ANOVA) and t-test, considering a significance level at P≤0.05) [3, 5].

3. Results

The Mean±SD of DON toxin in flour and bread samples was 0.03±0.04 and 0.12±0.21 µg/kg, respectively, and there was no significant difference between flour and bread samples, according to the t-test results (P=0.24). The Mean±SD of DON in Lavash and Barbari flours were reported 0.01±0.02 and 0.01±0.01, respectively, but this difference was not statistically significant (P=0.59). The Mean±SD of DON in Lavash and Barbari breads was 0.04±0.03 and 0.16±0.27, respectively, but this difference was not statistically significant, either (P=0.21). Furthermore, the amount of DON in different samples had no significant relationship with different months of the sampling season (P=0.35).

4. Discussion

In the present study, the highest level of contamination with DON in the bread samples was 0.78 µg/kg, which is not high compared to the permissible limit [6]. The DON is released under the influence of digestive enzymes and increases the amount of toxin in the dough, but in the later stages of cooking and under heating, a large amount of DON toxin is decomposed [13]. The processes of peeling or bleaching of wheat as well as the milling process can be effective in reducing the contamination of wheat flours [14].

In the process of making Barbari bread, sourdough is used and fermentation is performed for a longer time compared to the Lavash bread; therefore, the release rate of acetylated DON compounds increases, which causes a slight increase in the amount of DON in the Barbari bread 15]. On the other hand, DON remains stable at 120°C during cooking and is largely eliminated at 180°C and remains with a very low amount at 210°C [12]. The amount of heat in baking the Lavash bread is higher than that in baking the Barbari bread, and due to the thinness and flatness of Lavash bread, more heat penetrates into it compared to the Barbari bread leading to the elimination of more toxins [16]. Although the use of sodium bicarbonate is not allowed in the Lavash bakeries in Iran, many bakeries may still add it during baking due to its popularity; with the alkalinization of the environment, it causes the elimination and reduction of the DON in the final product [17].

Weather, temperature, and the conditions, duration, and method of flour storage all can affect the accumulation of toxins in raw materials and products [2]. The results of the present study showed that the amount of DON in flour and bread samples was lower than the permissible limit. Moreover, the samples obtained from this study were completely safe to consume with no any problem for the health. Furthermore, the amount of DON was not significantly different between heat-baked breads and raw wheat.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

There was no experiment on animal or human samples in this study; hence, no ethical approval was needed.

Funding

This study was extracted from the PhD. dissertation of second author approved by the Islamic Azad University of Ayatollah Amoli Branch. The research received no specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit organizations.

Authors' contributions

Conceptualization, methodology, validation: Issa Gholampour Azizi, Javid Arjmandi and Samaneh Rouhi; Project supervision and management: Issa Gholampour Azizi;

Written: Javid Arjmandi, Sanaz Ahmadi and Samaneh Rouhi; Data analysis: Javid Arjmandi; Sources and editors: Sanaz Ahmadi, Samaneh Rouhi.

Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest.

Acknowledgements

Authors would like to thank their esteemed colleagues in the Islamic Azad University, Babol Branch and the Islamic Azad University, Ayatollah Amoli Branch.

بررسی تفاوت میزان آلودگی سم قارچی دی اکسی نیوالنول در آرد گندم خام و نان

عیسی غلامپور عزیزی[۱]، جاوید ارجمندی[۲]، ساناز احمدی[۳]، *سمانه روحی[۴،۵]

۱. گروه علوم آزمایشگاهی، دانشکده پزشکی، واحد بابل، دانشگاه آزاد اسلامی، بابل، ایران.
۲. گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی و صنایع غذایی، واحد آیت‌الله آملی، دانشگاه آزاد اسلامی، آمل، ایران.
۳. مرکز تحقیقات عوامل اجتماعی موثر بر سلامت، پژوهشکده توسعه سلامت، دانشگاه علوم‌پزشکی کردستان، سنندج، ایران.
۴. مرکز تحقیقات رشد کودکان، پژوهشکده پیشگیری از بیماری‌های غیر واگیر، دانشگاه علوم‌پزشکی قزوین، قزوین، ایران.
۵. واحد توسعه تحقیقات بالینی، بیمارستان کوثر، دانشگاه علوم‌پزشکی قزوین، قزوین، ایران.

تاریخ دریافت: ۲۰ اردیبهشت ۹۹
تاریخ پذیرش: ۰۵ مرداد ۹۹
تاریخ انتشار: ۱۱ مهر ۱۳۹۹

چکیده

زمینه دی اکسی نیوالنول از عمومی‌ترین مایکوتوکسین‌هایی است که در دانه‌های غلات یافت می‌شود.

هدف این مطالعه با هدف تعیین تفاوت میزان سم قارچی دی اکسی نیوالنول در آرد خام و نان در نانوایی‌های شهرستان محمودآباد انجام شد.

مواد و روش‌ها در مطالعه تحلیلی مقطعی حاضر، ۴۴ نمونه تصادفی آرد گندم و نان (لواش و بربری) جمع‌آوری و میزان سم به وسیله الایزا اندازه‌گیری شد. داده‌ها با روش آنووا و آزمون تی مورد ارزیابی و بررسی قرار گرفتند (P≤۰/۰۵).

یافته‌ها مقدار کل دی اکسی نیوالنول در آرد و نان به ترتیب ۰/۰۴±۰/۰۳ و ۰/۲۱±۰/۱۲ میکروگرم بر کیلوگرم بود. مقدار سم موجود در آرد لواش و بربری به ترتیب ۰/۰۲±۰/۰۱ و ۰/۰۱±۰/۰۱ میکروگرم بر کیلوگرم بود. همچنین مقدار سم در نان لواش و بربری به ترتیب ۰/۰۳±۰/۰۴ و ۰/۲۷±۰/۱۶ میکروگرم بر کیلوگرم بود. مقایسه بین سطح متوسط دی اکسی نیوالنول در نمونه های آرد و نان از نظر آماری معنی دار نبود (P≥۰/۰۵).

نتیجه‌گیری وجود سم در نمونه‌های مورد مطالعه تأیید شد؛ اما آلودگی نمونه‌های آرد و نان به سم دی اکسی‌نیوالنول کمتر از حد بیشینه استاندارد بود.

کلیدواژه‌ها:
دی اکسی نیوالنول، گندم، آرد، نان

مقدمه

سم قارچی دی اکسی نیوالنول[1] عموماً به وسیله فوزاریوم گرامینارووم و فوزاریوم کلموروم تولید می‌شود [۲، ۱۰]. این سم عموماً در غلات یافت و در حیوانات باعث تهوع، استفراغ، اسهال خونی، کاهش وزن و امتناع از خوردن غذا می‌شود. این سم یک عامل محرک ایجاد تومور سرطانی است. در کودکان در اثر خوردن دی اکسی نیوالنول استفراغ رخ می‌دهد [۳-۵]. کمیسیون اروپایی[2] حداکثر حد مجاز میزان دی اکسی نیوالنول را در آرد به میزان ۷۵۰ میکروگرم بر کیلوگرم و در نان ۵۰۰ میکروگرم بر کیلوگرم اعلام کرد [۶]. سازمان سلامت غذایی اروپایی[3] بین سال‌های ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۲، تعداد ۲۶۶۱۳ نمونه غذای انسان و حیوان را از ۲۱ کشور اروپایی جمع‌آوری کرد و از نظر دی اکسی نیوالنول مورد بررسی قرار داد. در این بررسی، دی اکسی نیوالنول در بیش از نیمی از نمونه‌ها وجود داشت. ۱/۷ درصد از جیره غذای حیوانی و ۰/۸درصد از غذای انسانی بیش از حد استاندارد آلودگی را نشان دادند [۷]. در مطالعه ویدال[4] در سال ۲۰۱۶ نشان داده شد که آنزیم‌های هیدرولیز مورد استفاده در نانوایی، میزان دی اکسی نیوالنول را در دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد از ۱۰ تا ۱۴ درصد کاهش دادند [۸]. در مطالعه یزدان‌پناه و همکاران در سال ۱۳۹۳، ۱۳/۹ درصد از نمونه‌های غلات و فراورده‌های آن، به دی اکسی نیوالنول با حداکثر سطح ۳۶۸/۷ و میانگین ۱۱۸/۲ نانوگرم بر گرم آلوده بودند [۹]. گندم و محصولات آن از مهم‌ترین مواد غذایی مورد مصرف در ایران و جهان هستند و

1. Deoxynivalenol (DON)
2. European Commission (EC)
3. European Food Safety Authority (EFSA)
4. Vidal

* **نویسنده مسئول:**
سمانه روحی
نشانی: قزوین، دانشگاه علوم‌پزشکی قزوین، مرکز تحقیقات رشد کودکان پژوهشکده پیشگیری از بیماری‌های غیر واگیر.
تلفن: ۳۹۲۹۵۷۵ (۹۳۵) ۹۸+
رایانامه: roohi.samaneh@yahoo.com

نان تهیه‌شده از آرد گندم به عنوان اصلی‌ترین منبع تغذیه انسان به شمار می‌رود. بنابراین آلودگی‌های به‌وجودآمده توسط سموم قارچی، شناسایی نوع و میزان این سموم در محصولات غذایی مختلف جهت کنترل و ارائه راهکارهای لازم جهت حذف آن ضروری است. با توجه به اینکه تولید سموم قارچی در مناطق مرطوب بیشتر است، هدف از این مطالعه تعیین میزان دی اکسی نیوالنول در آرد نانوایی و نان‌های موجود در شهرستان محمودآباد در شمال ایران بود.

مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر از نوع تحلیلی و به صورت مقطعی در شهرستان محمودآباد استان مازندران در بهار سال ۱۳۹۵ انجام شد. از مجموع ۲۵ نانوایی موجود در سطح شهرستان، از روی لیست موجود در انجمن صنفی نانوایان، به طورکاملاً تصادفی و با استفاده از جدول اعداد تصادفی، چهار نانوایی انتخاب شدند که به تفکیک شامل دو نانوایی لواش و دو نانوایی بربری بودند. تعداد نمونه‌ها با توجه به ظرفیت کیت الایزای مصرفی، ۴۴ مورد در نظر گرفته شد. به همین منظور ۴۴ نمونه آرد گندم و نان از نانوایی‌های مورد مطالعه تهیه شد. به این صورت که از نانوایی‌های لواش شماره ۱ و ۲، هرکدام شش نمونه آرد (دوازده نمونه آرد لواش) و شش نمونه نان (دوازده نمونه نان لواش) (درمجموع ۲۴ نمونه لواش) و از نانوایی‌های بربری شماره ۱ و ۲ نیز هرکدام پنج نمونه آرد (ده نمونه آرد بربری) و پنج نمونه نان (ده نمونه نان بربری) (در مجموع بیست نمونه بربری) جمع‌آوری شدند (به طور کلی ۴۴ نمونه). نمونه‌های آرد، صبح هر روز از نانوایی‌ها به طور هم‌زمان جمع‌آوری شدند. نمونه‌های نان هم در همان نوبت پخت، ساعت نُه صبح به طور هم‌زمان از کلیه نانوایی‌های مورد مطالعه جمع‌آوری شدند. با این روش اطمینان حاصل شد که نان دقیقاً از همان نوع آرد تهیه شده باشد. نمونه‌ها در کیسه‌های زیپ‌دار نایلونی اتوکلاوشده (کیسه‌های زیپ کیپ قابل اتوکلاو)، جهت جلوگیری از انتقال آلودگی ثانویه به آن قرار داده شدند. نمونه‌های نان بعد از قرار گرفتن در دمای محیط خنک شدند و در کیسه قرار داده شدند. کلیه نمونه‌ها بلافاصله به یخچال با دمای ۴ درجه سانتی‌گراد منتقل و تا زمان انتقال به آزمایشگاه نگهداری شدند [۱۰].

در ابتدا ۵ گرم از هر نمونه آرد به وسیله ترازوي ديجيتالی اندازه‌گيري و داخل ارلن‌ها به طور جداگانه ريخته شد. در مرحله بعد ۲۵ سی‌سی متانول ۷۲ درصد به ارلن‌هاي حاوي آرد اضافه و به مدت ۳ دقیقه با استفاده از شیکر به‌خوبی مخلوط شد. سپس محلول به‌دست‌آمده با استفاده از کاغذ صافی (واتمن شماره ۱) صاف و عصاره جدا شد [۱۱]. مقدار سم دی اکسی نیوالنول موجود در نمونه‌ها با استفاده از دستورالعمل کیت الایزا Veratox (شرکت نئوژن، آمریکا) اندازه‌گیری شد [۱۲].

داده‌ها به وسیله نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰ و با استفاده از روش آنووا[5] و آزمون تی[6] مورد ارزیابی و بررسی قرار گرفتند. نتایج نمونه‌های آرد و نان به تفکیک در دو نوع مختلف بربری و لواش با هم و با مقادیر مجاز کمیته اروپایی مقایسه شدند (P≤۰/۰۵) [۳، ۵].

یافته‌ها

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که میزان (انحراف معیار±میانگین) سم دی اکسی نیوالنول موجود در نمونه‌های آرد و نان به ترتیب ۰/۰۴±۰/۰۳ و ۰/۲۱±۰/۱۲ میکروگرم بر کیلوگرم بود. با توجه به نتایج آزمون تی تفاوت معنی‌داری بین نمونه‌های آرد و نان نشان داده نشد (P=۰/۲۴). همچنین میانگین سم موجود در آرد لواش و بربری به ترتیب ۰/۰۲±۰/۰۱ و ۰/۰۱±۰/۰۱ بود، اما این تفاوت به لحاظ آماری معنی‌دار نبود (P=۰/۵۹). میانگین سم موجود در نان لواش و بربری نیز به ترتیب ۰/۰۳±۰/۰۴ و ۱۶/۲۷±۰/۰ تعیین شد که به لحاظ آماری معنی‌دار نبود (P=۰/۲۱). همچنین میزان سم در نمونه‌های مختلف با ماه‌های مختلف فصل نمونه‌گیری رابطه معنی‌دار نداشت (P=۰/۳۵).

بحث و نتیجه‌گیری

در مطالعه حاضر میزان (انحراف معیار±میانگین) متوسط سم دی اکسی نیوالنول موجود در آرد ۰/۰۴±۰/۰۳ و در نان ۰/۲۱±۰/۱۲ میکروگرم بر کیلوگرم بود. همچنین بیشترین میزان آلودگی در نمونه نان معادل ۰/۷۸ میکروگرم بر کیلوگرم بود که با توجه به استاندارد کمیسیون اروپایی [۶]، آلودگی بالایی محسوب نمی‌شود. به نظر می‌رسد دی اکسی نیوالنول موجود در آرد ممکن است با دیواره سلولی یا پروتئین‌های سبوس گندم ترکیب شود. بنابراین این سم تحت تأثیر آنزیم‌های هضم‌کننده (در مراحل عمل‌آوری و تخمیر) آزاد و موجب افزایش مقدار سم موجود در خمیر می‌شود؛ ولی در مراحل بعدی پخت و در اثر حرارت مقدار زیادی از سم دی اکسی نیوالنول تجزیه و از مقدارش به طور چشمگیری کاسته می‌شود، این مطلب با نتایج مطالعات لیو[7] و همکاران همسوست [۱۳]. فرایندهای پوست کندن یا سفید کردن گندم‌ها و همچنین فرایند آسیاب کردن می‌توانند در کاهش آلودگی آرد گندم مؤثر باشند؛ بنابراین میزان آلودگی به تناسب فرایندهای صورت گرفته کاهش محسوس یافت. این موضوع با نتایج مطالعه جیانگ[8] و همکاران که نشان دادند مراحل سفید کردن و آسیاب کردن گندم موجب کاهش میزان قارچ فوزاریوم در غلات می‌شود، هم‌راستاست [۱۴].

ارزیابی میزان سم در نمونه‌های آرد لواش و بربری نشان‌دهنده بالاتر بودن میزان سم در آرد لواش است، در حالی که بعد از

5. Analysis of variance
6. T-test
7. Liu
8. Jiang

مراحل آماده‌سازی و پخت، میزان سم در نان بربری بیشتر از نان لواش بود. در مراحل عمل‌آوری نان بربری از خمیرمایه استفاده و به مدت طولانی‌تری نسبت به نان لواش تخمیر انجام می‌شود. به همین دلیل میزان رها شدن ترکیبات استیله دی اکسی نیوالنول هم افزایش می‌یابد و این مسئله موجب افزایش جزئی میزان سم در نان بربری نسبت به نان لواش می‌شود [۱۵]. از طرفی دی اکسی نیوالنول در زمان پخت در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد پایدار می‌ماند و در دمای ۱۸۰ درجه تا حد زیادی از بین رفته و در دمای ۲۱۰ درجه به مقدار خیلی کم باقی می‌ماند [۱۲]. ممکن است میزان حرارت در پخت نان لواش بالاتر از پخت نان بربری باشد یا با توجه به نازک و مسطح بودن نان لواش نسبت به نان بربری حرارت بیشتر به عمق نان نفوذ کند و موجب از بین رفتن مقدار بیشتر سم در نان لواش شود [۱۶].

افزودن جوش شیرین در نانوایی‌های لواش ممنوع است، ولی ممکن است به دلیل رایج بودن مصرف جوش شیرین در مراحل پخت هنوز هم بسیاری از نانوایی‌ها اقدام به افزودن جوش شیرین کنند و در نتیجه قلیایی شدن محیط، موجب از بین رفتن سم مذکور و کاهش دی اکسی نیوالنول در محصول نهایی، یعنی نان لواش شود [۱۷]. فصل سال و گرمای محیط و شرایط نگهداری آرد و مدت‌زمان نگهداری و نحوه ذخیره آرد همگی می‌توانند بر میزان تجمع سم در مواد اولیه و محصولات تأثیر بگذارد [۲]؛ بنابراین شاید اگر نمونه‌گیری و تحقیق در فصول دیگر و با افزایش مدت ذخیره کردن تکرار شود، نتایج متفاوتی حاصل شود. با وجود این به نظر می‌رسد که مطالعات و تحقیقات بیشتر و نیز نمونه‌گیری در طول فصول مختلف سال برای به دست آوردن نتایج مطلوب و دقیق‌تری مورد نیاز است.

نتایج مطالعه حاضر نشان داد میزان سم دی اکسی نیوالنول موجود در آرد و نان از میزان مجاز کمیته اروپایی کمتر بود. همچنین نمونه‌های به‌دست‌آمده از این مطالعه از نظر مصرف کاملاً ایمن هستند و مشکلی برای سلامت مصرف‌کنندگان ایجاد نخواهند کرد. همچنین میزان سم قارچ در بین نان‌های پخته‌شده با حرارت و گندم خام تفاوت معنی‌داری نداشت.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

این مطالعه از لحاظ اخلاقی مشکلی نداشت و انجام آن بلامانع بوده است.

حامی مالی

مقاله حاضر برگرفته از پایان‌نامه دانشجویی آقای جاوید ارجمندی در مقطع دکترای دامپزشکی (با هزینه شخصی دانشجو) با عنوان «بررسی دی اکسی نیوالنول در آرد و نان‌های بربری و لواشی شهرستان محمودآباد و تأثیر حرارت بر فرایند تولید» است که در دانشگاه آزاد اسلامی واحد آیت‌الله آملی تصویب شده است.

مشارکت نویسندگان

مفهوم‌سازی، روش‌شناسی، اعتبارسنجی: عیسی غلامپور عزیزی، جاوید ارجمندی و سمانه روحی؛ نظارت و مدیریت پروژه: عیسی غلامپور عزیزی؛ نگارش: جاوید ارجمندی، ساناز احمدی و سمانه روحی؛ تحلیل داده‌ها: جاوید ارجمندی؛ منابع و ویراستاری: ساناز احمدی؛ منابع و ویراستاری: سمانه روحی.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان تعارض منافعی در مقاله وجود ندارد.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از همکاران محترم در دانشگاه آزاد اسلامی واحد بابل و دانشگاه آزاد اسلامی واحد آیت‌الله آملی تقدیر و تشکر می‌شود.

References

[1] Alisaac E, Behmann J, Rathgeb A, Karlovsky P, Dehne HW, Mahlein AK. Assessment of Fusarium infection and mycotoxin contamination of wheat kernels and flour using hyperspectral imaging. Toxins. 2019: 11(10):556. [DOI:10.3390/toxoins11100556] [PMID] [PMCID]

[2] Martínez M, Albuquerque LDR, Dinolfo MI, Biganzoli F, Pinto VF, Stenglein SA. Effects of Fusarium graminearum and Fusarium poae on disease parameters, grain quality and mycotoxin contamination in barley (part II). J Sci Food Agric. 2020; 100(7):3182-91. [DOI:10.1002/jsfa.10354] [PMID]

[3] Foroud NA, Baines D, Gagkaeva TY, Thakor N, Badea A, Steiner B, et al. Trichothecenes in cereal grains - an update. Toxins (Basel). 2019; 11(11):634. [DOI:10.3390/toxins11110634] [PMID] [PMCID]

[4] Chen C, Turnaa NS, Wua F. Risk assessment of dietary deoxynivalenol exposure in wheat products worldwide: Are new codex DON guidelines adequately protective? Trends Food Sci Technol. 2019: 89:11-25. [DOI:10.1016/j.tifs.2019.05.002]

[5] Ríos G, Pinson-Gadais L, Abécassis J, Zakhia-Rozis N, Lullien-Pellerin V. Assessment of dehulling efficiency to reduce deoxynivalenol and Fusarium level in durum wheat grains. J Cereal Sci. 2009; 49(3):387-92. [DOI:10.1016/j.jcs.2009.01.003]

[6] Mishra S, Srivastava S, Dewangan J, Divakar A, Rath SK. Global occurrence of deoxynivalenol in food commodities and exposure risk assessment in humans in the last decade: A survey. Crit Rev Food Sci Nutr. 2020; 60(8):1346-74. [DOI:10.1080/10408398.2019.1571479] [PMID]

[7] European Food Safety Authority. Deoxynivalenol in food and feed: Occurrence and exposure. EFSA J. 2013; 11(10):3379. [DOI:10.2903/j.efsa.2013.3379]

[8] Vidal A, Ambrosio A, Sanchis V, Ramos AJ, Marín S. Enzyme bread improvers affect the stability of deoxynivalenol and deoxynivalenol-3-glucoside during breadmaking. Food Chem. 2016; 208:288-96. [DOI:10.1016/j.foodchem.2016.04.003] [PMID]

[9] Yazdanpanah H, Shafaati AR, Foroutan SM, Zarghi A, Aboul-Fathi F, Khoddam A, et al. Occurrence of deoxynivalenol in foods for human consumption from Tehran, Iran. Iran J Pharm Res. 2014; 13(Suppl):87-92. [PMID] [PMCID]

[10] Derakhshan M, Rouhi S, Khasi B, Zaboli F. A survey on ochratoxin a contamination in cookies and biscuits in Amol, Iran in 2013. Tabari Biomed Stud Res J. 2016; 2(2):53-7. [In Persian] http://tbsrj.mazums.ac.ir/article-1-3546-en.html

[11] Hashemi-Karouei M, Gholampour-Azizi I, Rouhi S, Tashayyo M. Effects of different temperatures and durations of heating on the reduction of Ochratoxin A in bread samples. J Adv Environ Health Res. 2014; 2(4):209-14. [DOI:10.22102/JAEHR.2014.40171]

[12] Batrinou A, Houhoula D, Papageorgiou E. Rapid detection of mycotoxins on foods and beverages with enzyme linked immunosorbent assay. Qual Assur Saf Crop Foods. 2020; 12(1):40-9. [DOI:10.15586/QAS2019.654]

[13] Liu Y, Li M, Bian K, Guan E, Liu Y, Lu Y. Reduction of deoxynivalenol in wheat with superheated steam and its effects on wheat quality. Toxins (Basel). 2019; 11(7):414. [DOI:10.3390/toxins11070414] [PMID] [PMCID]

[14] Jiang Q, Wu J, Yao K, Yin Y, Gong MM, Yang C, et al. Paper-based microfluidic device (DON-Chip) for rapid and low-cost deoxynivalenol quantification in food, feed, and feed ingredients. ACS Sens. 2019; 4(11):3072-9. [DOI:10.1021/acssensors.9b01895] [PMID]

[15] Jiang D, Chen J, Li F, Li W, Yu L, Zheng F, et al. Deoxynivalenol and its acetyl derivatives in bread and biscuits in Shandong province of China. Food Addit Contam Part B Surveill. 2018; 11(1):43-8. [DOI:10.1080/19393210.2017.1402824] [PMID]

[16] Wu L, Qiu L, Zhang H, Sun J, Hu X, Wang B. Optimization for the production of deoxynivalenoland zearalenone by Fusarium graminearum using response surface methodology. Toxins (Basel). 2017; 9(2):57. [DOI:10.3390/toxins9020057] [PMID] [PMCID]

[17] Kamani H, Paseban A, Bazrafshan E, Kord Mostafa Pour F, Ansari H, Rakhsh Khorshid A. Title study of indirect burning in bakeries in Zahedan. J North Khorasan Univ Med Sci. 2010; 2(2-3):59-64. [In Persian] [DOI:10.29252/jnkums.2.2.3.59]

This Page Intentionally Left Blank