

DOI: 10.3969/j.issn.2095-3704.2012.03.009

# 储存对小麦中 DON 毒素含量的变化规律研究

樊平声, 冯伟民, 卢昱宇

(江苏省农业科学院 蔬菜研究所, 江苏 南京 210014)

**摘要:** 本研究的目的是调查南京地区含有脱氧雪腐镰刀菌烯醇 (*Deoxynivaleno*, DON, 又称致吐毒素) 的小麦中常温储存条件下 DON 毒素浓度的变化情况。采用耦联电子捕获器气相色谱仪对小麦储存期内面粉中的 DON 含量逐月进行检测。小麦面粉储存前 DON 浓度是  $8.83 \pm 1.75$  mg/kg, 储存期 DON 毒素平均浓度分别为 6.66、7.33、6.08、7.90、5.45、6.56、7.29、8.02、6.82 和 8.60 mg/kg, 结果表明在储存期间小麦面粉中的 DON 毒素没有明显变化。研究结果揭示了在调查地区常温储存条件下, 小麦中的致吐毒素没有发生显著的变化。

**关键词:** 小麦; 储存; DON毒素; 变化

中图分类号: S339.3<sup>+2</sup>

文献标志码: A

文章编号: 2095—3704 (2012) 03—0268—03

## Studies on the Changes of Deoxynivalenol Contamination in Wheat during Storage

FAN Ping-sheng, FENG Wei-ming, LU Yu-yu

(Institution of Vegetable Crop, Jiangsu Academy of Agricultural Sciences, Nanjing 210014, China)

**Abstract:** The objective of this research was to examine the changes of deoxynivalenol (DON) contents in wheat powder during storage in normal condition. DON contents in wheat powder during ten months storage period were detected and quantified by gas chromatography with electron capture detection. The DON contents had no significant difference during the period in this research.

**Key words:** wheat; storage; DON; change

脱氧雪腐镰刀菌烯醇 (*Deoxynivalenol*, DON) 是由禾谷镰刀菌 (*Fusarium graminearum*) 分泌产生的次生代谢物, 化学结构为倍半萜烯类化合物, 其化学性质稳定, 受热不分解<sup>[1]</sup>。DON 毒素可引起人类和动物的中毒反应, 食用含有 DON 毒素的食品会引起出血及消化系统紊乱, 嘴和胃有灼烧感, 头疼, 红细胞数量减少。其主要症状是恶心、嗜睡、多脂、出血, 甚至致癌, 严重时可导致死亡<sup>[2-3]</sup>。许多国际组织和各国卫生组织认识到单端孢霉烯族类毒素的危害的严重性, 分别制定法律法规严格限制食品中单端孢霉烯族类毒素的含量。由联合国粮农组织和世界卫生组织成立的安全评估专家委员会 (JECFA) 组织对 DON 毒素研究中, 人们对 DON 毒素的每日允许摄入量是  $1 \mu\text{g}/\text{每千克体重}$ <sup>[3]</sup>。我国政

府制定国家标准 GB2761-2005 规定在食用小麦及玉米中 DON 限量为  $1\ 000 \mu\text{g}/\text{kg}$ <sup>[4]</sup>, 世界卫生组织规定食用粮食中 DON 含量必须小于  $1\ 000 \mu\text{g}/\text{kg}$ <sup>[5]</sup>。

DON 毒素在世界温暖潮湿地区的麦谷、玉米中广泛存在。樊平声<sup>[6]</sup>对江苏省南京市市场上的小麦食品中 DON 毒素进行检测, 发现 75.7% 的食品中含有 DON 毒素, 总数 50% 的样品中 DON 毒素含量超标, 毒素浓度范围分别在  $0.07-11380 \mu\text{g}/\text{kg}$ 。研究表明: 在南京市场上至少在调查期间的小麦食品中存在 DON 毒素超标问题, 食品中 DON 毒素威胁着人民健康。

小麦是我国最重要的粮食作物之一, 而且常常受到小麦赤霉病菌的侵染。在赤霉病常发地区, 小麦中含有 DON 毒素。然而, 也有研究表明小麦贮存

收稿日期: 2012-09-05

作者简介: 樊平声, 男, 江苏省赣榆县人, 副研究员, 博士, 主要从事作物病虫害化学防治技术研究, E-mail: pingshengfan@163.com.cn。

期内, 麦谷中的DON毒素将会发生变化<sup>[7]</sup>。但在我国, 正常温度和湿度条件下储存小麦, 麦谷中DON毒素含量变化规律未见报道。本研究的目的是研究常温储存条件下麦谷中DON毒素随时间变化规律。

## 1 材料和方法

### 1.1 样品的选择

选择含有小麦赤霉病病粒的小麦, 为防止抽样误差, 把所有小麦样品用粉碎机粉碎混匀, 自然条件下晒干后用塑料袋密闭常温情况下储存, 储存期为2010年7月至2011年5月, 储存期间在2010年的9月又把面粉在自然条件下晒干一次。间隔1个月随机取样调查DON浓度。共测定11次。每次三个样品, 每个样品约20 g。

### 1.2 面粉水分含量的测定

按照GB5497-85 中的定时定温烘干法(烘干温度 $130\pm 2$  °C, 烘干时间40 min)进行水分含量的测定<sup>[8]</sup>。每次取3个样品, 每样50 g, 测定含水量。

### 1.3 毒素含量的测定

DON毒素的标准样品从美国Sigma公司(St Luis, MO, USA)购进。纯化柱superclean LC-18 (C-18), superclean LC-alumina (氧化铝), 三甲基硅烷咪唑 trimethylsilylimidazole (TMSI) 和三甲基氯硅烷 trimethylchlorosilane (TMCS) 从美国Supelco公司 (Bellefonte, PA, USA) 购进。

样品毒素提取与分析方法参照Pingshengfan<sup>[8]</sup>研究方法。把50 g样品进行粉碎, 取粉碎好的食品样品面粉8 g, 放入100 mL三角瓶中, 加入32 mL的

提取液(乙晴: 水=84: 16), 在25 °C、转速200转/min的摇床上水平震荡提取1 h。吸取4 mL提取液过纯化柱(C18比中性氧化铝按1: 3混合, 将1 g混合填料填入5 mL的注射器中, 上、下均放上一层定量滤纸), 将1 mL纯化液转至4 mL菌种瓶中, 各样品的纯化液转移到4 mL菌种瓶, 在氮吹仪下50 °C条件下完全吹干。加入100  $\mu$ L TMS 试剂(TMSI: TMCS = 100: 1), 并转动小管, 反应10 min后, 在往小瓶中加入1 mL的异辛烷(isooctane)溶液, 上下摇动几次, 再加入1 mL超纯水, 经旋涡仪震荡后, 吸取上清液放入GC-MS进样瓶中, 供气谱分析。

使用装有电子捕获检测器(Electron Capture Detection)的气谱仪(Shimadzu CR4Ax Chromatopac)进行毒素分析, 分析方法参照Pingshengfan<sup>[8]</sup>。柱子为 Permabond SE-54-DF-0.25 column(Machery Nagel), 载气为氦气, 流速1.08 mL/min。进样口温度250 °C, 检测器温度300 °C。升温程序为初始温度80 °C, 然后以40 °C/min 的速度升温至150 °C保持1 min, 然后以30 °C/min 的速度梯度升温至280 °C保持5 min。

### 1.4 数据处理与分析

使用DPS 软件系统进行数据分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 储存期面粉 DON 毒素浓度的变化

在常温封闭条件下储存10个月的面粉, 面粉中DON毒素变化不明显(图1)。

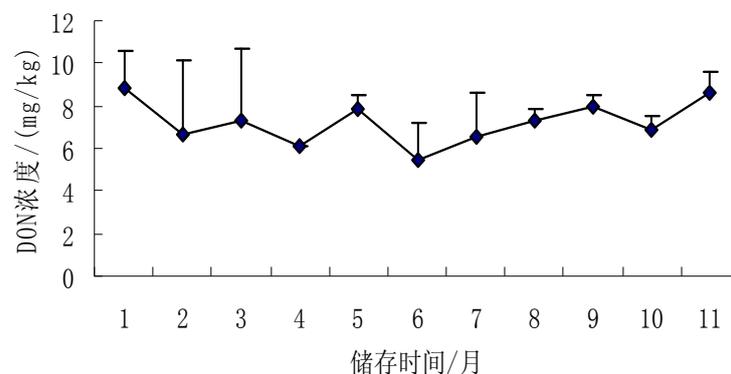


图1 常温储存条件下小麦面粉中 DON 毒素浓度的变化

储存前DON浓度是 $8.83\pm 1.75$  mg/kg, 储存期DON毒素平均浓度分别为 $6.66\pm 3.52$ 、 $7.33\pm 3.41$ 、 $6.08\pm 0.03$ 、 $7.90\pm 0.62$ 、 $5.45\pm 1.74$ 、 $6.56\pm 2.11$ 、

$7.29\pm 0.52$ 、 $8.02\pm 0.45$ 、 $6.82\pm 0.66$ 和 $8.60\pm 0.96$  mg/kg。数据结果表明小麦面粉中的DON毒素在常温常规储存条件下没有发生显著的变化。

### 2.2 面粉含水量的变化

在储存时间内（10年8月-11年5月），面粉含水量分别为 12.3±0.36%、12.1±0.72%、11.9±0.15%、12.3±0.92%、12.1±0.90%、11.9±0.24%、

12.3±0.43%、13.1±0.54%、12.4±0.81%、11.7±0.49%。储存期面粉含水量始终低于14%，2010年9月在自然条件下晒干面粉，面粉含水量在12.1%，水分含水量在2011年1月达到最低。

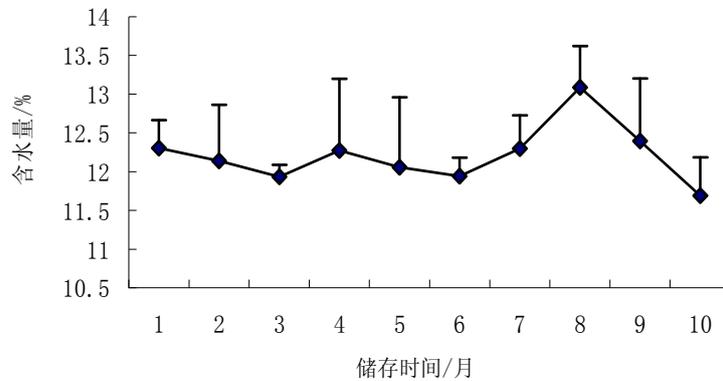


图2 储存期面粉含水量的变化

## 3 讨论

本研究表明在正常储存条件下，面粉中的DON毒素没有发生显著的变化。DON毒素是禾谷镰刀菌侵入小麦后，在小麦穗部生长时分泌产生的<sup>[1]</sup>。小麦储存期内，小麦含水量超过17-19%的时候，禾谷镰刀菌才能生长并分泌毒素<sup>[7]</sup>。小麦储存期毒素浓度研究表明，在小麦含水量17-20%的条件下储存含赤霉病病粒的小麦6个星期，DON毒素浓度显著增加<sup>[7]</sup>。在我国小麦具有较好的耐储性。完全后熟的小麦，储存期小麦水分在标准12.5%以内，由于小麦呼吸作用比其它谷类粮食低，在常温下储存时含水量一般在14%以内<sup>[9]</sup>。本试验中，面粉含水量一直低于禾谷镰刀菌生长需要的最低含水量，因此禾谷镰刀菌中没有生长分泌毒素，同时，DON性质稳定，不会发生分解或变化，所以DON毒素没有显著变化。

## 4 结论

本试验研究表明正常储存条件下，小麦中DON毒素含量没有发生明显的变化。

### 参考文献:

[1] John Christian Larsen, Josephine Hunt, Irène Perrin, et al. Workshop on trichothecenes with a focus on DON: summary report[J]. *Toxicology Letters*, 2004, 153: 1-22.

[2] IARC. Some naturally occurring substances: food items and constituents, heterocyclic aromatic amines and mycotoxins, in: Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans[J]. Lyon, 1993, 56: 489-521.

[3] Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA). Safety evaluation of certain mycotoxins in food[EB/OL]. Deoxynivalenol toxin. AO Food and Nutrition Paper 74. <http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v47je01.htm>.

[4] GB2761-2005, 食品中真菌毒素限量标准[S].

[5] WHO Technical Report Series 906. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. 56th Report[EB/OL]. Geneva. Switzerland. [http://www.foodmate.net/standard/gb/gb\\_6329.htm](http://www.foodmate.net/standard/gb/gb_6329.htm).

[6] Fan Pingsheng, Zhang Xanjun and Zhou Mingguo. Incidence of Trichothecenes on Wheat-based Foodstuff from Nanjing, China[J]. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*, 2009, 89(4): 269-276.

[7] Abramson D. Mycotoxins, ergosterol and odor volatiles in durum wheat during granary storage at 16% and 20% moisture content[J]. *Journal of Stored Products Research*, 2005, 41: 67-76.

[8] 徐颖, 蔡曹盛, 周强, 等. 实验室粮食水分测量方法的改进[J]. *检验检疫科学*, 2007, 17(5): 60-62.

[9] 杨维军. 库存小麦温度、含水量的年变化及其与环境气象的关系[J]. *中国农业气象*, 1989, 10(4): 30-33.