

中国及欧盟粮油食品真菌毒素限量及减控措施对比

翟晨, 穆蕾, 杨悠悠

(中粮营养健康研究院, 营养健康与食品安全北京市重点实验室, 北京 102209)

摘要: 粮油食品质量安全关系到国计民生。目前, 真菌毒素已成为威胁粮油食品质量安全的主要风险。欧盟的限量标准以严格著称。近几年, 我国农产品出口欧盟最大阻碍之一为真菌毒素超标。本文对中国和欧盟真菌毒素限量标准的真菌毒素种类、食品分类及限量进行梳理, 发现欧盟有限量标准的真菌毒素种类多于我国, 并且欧盟在制定限量的过程中, 考虑的因素比较全面, 包括了食品品类、加工工艺以及食用人群等, 限量有严有松, 在保障食品安全的同时, 也充分考虑了生产企业等的利益, 通过对这些差异的分析, 本文为我国现有的粮油食品质量安全标准的制修订提供了建议。在真菌毒素防控措施方面, 本文充分对比了相关标准的相同点及差异点, 并提出了进一步提高中小型粮油企业自检等建议, 为推动中欧标准体系协同提供参考。

关键词: 真菌毒素; 粮油食品; 标准

文章编号: 1673-9078(2020)03-302-309

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2020.3.040

Comparison of Mycotoxins Limit Standards and Control Measures of Grain and Oil Foods between China and European Union: A Review

ZHAI Chen, MU Lei, YANG You-you

(Nutrition & Health Research Institute, COFCO Corporation, Beijing Key Laboratory of Nutrition & Health and Food Safety, Beijing 102209, China)

Abstract: The quality and safety of grain and oil foods are very important to the national economy and 'consumer health. Nowadays, mycotoxins have become a major threat to the quality and safety of grain and oil food. In recent years, one of the biggest obstacles to the export of Chinese agricultural products to the EU is the excessive amount of mycotoxins. In this paper, the types of mycotoxins, food classification and maximum levels of the mycotoxins limit standard in China and the European Union are compared. It found that the species of mycotoxins in EU is more than that in China. In addition, when the EU sets the limits, comprehensive factors were considered, including food categories, processing techniques and people who may eat them. While ensuring food safety, the interests of production enterprises are also considered. Through the analysis of these differences, a reference for setting the standards of quality and safety of grain and oil food in China was provided. For the control measures of mycotoxins, the similarities and differences between standards of China and EU were reviewed. It was helpful to further improve the self-inspection of small and medium-sized grain and oil enterprises, hoping to provide a reference for promoting the coordination of standards systems between China and EU.

Key words: mycotoxins; grain and oil foods; standards

引文格式:

翟晨,穆蕾,杨悠悠.中国及欧盟粮油食品真菌毒素限量及减控措施对比[J].现代食品科技,2020,36(3): 302-309

ZHAI Chen, MU Lei, YANG You-you. Comparison of mycotoxins limit standards and control measures of grain and oil foods between China and european union: A review [J]. Modern Food Science and Technology, 2020, 36(3): 302-309

真菌毒素是一类由青霉属、曲霉属、镰刀菌属等真菌产生的毒性次级代谢产物。农作物在生长、收获、

收稿日期: 2019-10-14

基金项目: 国家科技支撑计划项目 (2017YFC1601603)

作者简介: 翟晨(1988-), 女, 博士, 工程师, 研究方向: 食品检测技术开发

通讯作者: 杨悠悠(1984-), 女, 博士, 高级工程师, 研究方向: 食品检测技术开发

贮存和运输等环节均易受到真菌毒素污染, 现已发现 400 多种真菌毒素, 广泛存在并污染饲料、农产品及其加工食品, 会造成人类及动物的健康风险^[1]。镰刀菌属等真菌能够不同程度地产生两种或多种毒素^[2]。目前常见的和研究较多的真菌毒素包括黄曲霉毒素 (aflatoxin)、赭曲霉毒素 (ochratoxin)、展青霉素 (patulin)、玉米赤霉烯酮 (zearalenone)、伏马毒素 (fumonisins)、脱氧雪腐镰刀菌烯醇

(deoxynivalenol)、T-2 和 HT-2 毒素 (T-2/HT-2 toxin) 以及一些其他毒素。

据联合国粮农组织 (FAO) 的统计, 每年全世界范围内大约有 25% 的农产品受到真菌毒素的污染, 造成数百亿美元的经济损失。这不仅是发展中国家面临的问题, 发达国家也日渐感受到真菌毒素污染粮食的严重性。随着我国灾害气候的频频发生, 部分真菌毒素呈现污染加重的趋势。受气候环境、真菌毒素控制状况、居民膳食习惯等影响, 各国制定了不同的真菌毒素限量标准, 部分国家会利用此技术优势限制其他国家粮油相关产品的进口, 从而进行贸易保护。然而, 随着贸易全球化, 各国之间限量标准不统一为农产品进出口带来诸多不便, 因此制定统一、合理的真菌毒素限量标准势在必行^[3]。

真菌毒素超标是我国农产品出口欧盟的最大阻碍。为了促进双方间的自由贸易, 首先需要寻求双方标准的协调统一, 需要从两方面进行分析: 一是对标真菌毒素限量标准, 二是对标真菌毒素减控标准, 预防及减少真菌毒素在农作物的种植、储运、加工等环节的污染, 从过程监管以及风险控制角度寻找技术的提升, 探求限量标准统一的实现。目前欧盟 (EC) 1881/2006 Setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs^[4] 等系列标准已针对粮油食品中的 9 种真菌毒素制订了限量值; 中国 GB 2761-2017 食品安全国家

标准 食品中真菌毒素限量^[5] 也针对粮油食品中的 5 种真菌毒素制订了限量值。在防控方面, 中欧均制定了相关法规标准, 如中国 NY/T 2308-2013 花生黄曲霉毒素污染控制技术规程^[6]、NY/T 3107-2017 玉米中黄曲霉毒素预防和减控技术规程^[7]、NY/T 3108-2017 小麦中玉米赤霉烯酮类毒素预防和减控技术规程^[8] 等, 欧盟 (EC) 2006/583/EC On the prevention and reduction of Fusarium toxins in cereals and cereal products^[9] 等。本文综合对比了中、欧法规标准的相似点及差异, 并提出以期能推动各国间标准体系协同的建议。

1 中欧真菌毒素限量标准对比

真菌毒素对人体危害较大, 是国内外一直关注的食品安全问题。中国及欧盟关于粮油食品的真菌毒素限量要求越来越严格。对比中欧现行标准, 针对粮油食品, 欧盟有限量标准的真菌毒素种类有 9 类, 分别为: 黄曲霉毒素 (表 1)、赭曲霉毒素 (表 2)、玉米赤霉烯酮 (表 2)、脱氧雪腐镰刀菌烯醇 (表 2)、伏马毒素 (表 3)、桔青霉素 (表 3)、T-2 和 HT-2 毒素 (表 4) 以及麦角/麦角碱 (表 5)。中国有限量标准的真菌毒素种类有 5 类, 分别为: 黄曲霉毒素 (表 1)、脱氧雪腐镰刀菌烯醇 (表 2)、赭曲霉毒素 (表 2)、玉米赤霉烯酮 (表 2) 以及麦角/麦角碱 (表 5)。下面从 3 个方面对标准差异及其原因进行分析, 并提出改进建议。

表 1 中国和欧盟黄曲霉毒素在粮油食品中的限量对比

Table 1 China and EU maximum levels for Aflatoxins in grain and oil foods

食品分类	中国 ^[5]		欧盟 ^[4]	
	食品名称	限量/($\mu\text{g}/\text{kg}$) B ₁	食品名称	限量/($\mu\text{g}/\text{kg}$) B ₁ B ₁ +B ₂ +G ₁ +G ₂
谷物及其制品	稻谷、糙米、大米	10	在食用或作为食品配料前未经清选或物理处理的稻谷	5.0 10.0
	小麦、大麦、其他谷物	5.0	除大米、玉米以及特殊食品外的谷物及制品包括谷物加工产品	2.0 4.0
	小麦粉、麦片、其它去壳谷物	5.0	-	- -
	玉米、玉米面(渣)片及玉米制品	20	在食用或作为配料前未经清选或物理处理的玉米	5.0 10.0
豆类及其制品	发酵豆制品	5.0	-	- -
坚果及籽类	花生及其制品	20	在食用或作为配料前未经分类或去壳处理的花生及油籽, 用于精炼植物油的花生及油籽除外	8.0 15.0
		-	可直接食用或作为配料的花生和其它油籽及其制品, 用于精炼的毛油以及精炼植物油除外	2.0 4.0

转下页

接上页

坚果及 籽类	其他熟制坚果 及籽类	5.0	在食用或作为配料前未经过分类或 去壳处理的扁桃仁、开心果、杏仁	12.0	15.0
			在食用或作为配料前未经过分类 或去壳处理的榛子和巴西坚果	8.0	15.0
			在食用或作为配料前未经过分类 或去壳处理的其它坚果	5.0	10.0
			可直接食用或作为配料的扁桃仁、开心果、杏仁	8.0	10.0
			可直接食用或作为配料的榛子和巴西坚果	5.0	10.0
			可直接食用或作为配料的其它坚果	2.0	4.0
油脂及 其制品	植物油脂（花生 油、玉米油除外）	10	-	-	-
	花生油、玉米油	20	-	-	-
特殊膳食 用食品	婴幼儿谷类 辅助食品	0.5	谷物加工食品和婴幼儿食品	0.10	-

表 2 中国和欧盟脱氧雪腐镰刀菌烯醇、玉米赤霉烯酮及赭曲霉毒素 A 在粮油食品中的限量对比

Table 2 China and EU maximum levels for deoxynivalenol, zearalenone and ochratoxin A in grain and oil foods

项目	中国 ^[5]		欧盟 ^[4]	
	食品名称	限量/(μg/kg)	食品名称	限量/(μg/kg)
脱氧雪腐 镰刀菌烯醇	谷物及其制品	-	除硬粒小麦、燕麦和玉米之外的未加工谷物	1250
	大麦、小麦、 麦片、小麦粉	1000	未加工的硬粒小麦、燕麦	1750
	玉米、玉米面 (渣、片)	1000	未加工（湿磨工艺除外）的玉米	1750
	-	-	非直接食用的磨粉粒径大于 500 μm 的玉米粉 以及磨粉粒径大于 500 μm 的玉米粉制品	750
	-	-	非直接食用的磨粉粒径小于等于 500 μm 的玉米粉 以及磨粉粒径小于等于 500 μm 的玉米粉制品	1250
	-	-	婴幼儿加工谷物食品	200
	-	-	除婴幼儿食品及以上玉米粉外的其它直接食 用的谷物、谷物面粉、麸皮以及胚芽等终产品	750
	-	-	生面团（干）	750
	-	-	面包（包括小面包店产品），糕点、 饼干、谷物小吃和早餐麦片	500
	谷物及其制品	-	除玉米外的未加工的谷物	100
	小麦、小麦粉	60	未加工（湿磨工艺除外）的玉米	350
	玉米、玉米面 (渣、片)	60	精炼玉米油	400
	玉米赤 霉烯酮	-	非直接食用的磨粉粒径大于 500 μm 的玉米粉 以及磨粉粒径大于 500 μm 的玉米粉制品	200
	-	-	非直接食用的磨粉粒径小于等于 500 μm 的玉米粉 以及磨粉粒径小于等于 500 μm 的玉米粉制品	300
-	-	直接食用的玉米、玉米零食和玉米早餐谷物制品	100	
-	-	婴幼儿加工谷物制品和婴儿食品	20	

转下页

接上页

玉米赤霉烯酮	-	-	除婴幼儿食品及以上玉米粉、婴幼儿加工谷物制品外的其它直接食用的谷物、谷物粉、麸皮及胚芽等终产品	75
赭曲霉毒素 A	-	-	面包 (包括小面包店产品), 糕点、饼干、谷物小吃和早餐谷物 (不包括玉米小吃和玉米早餐谷物)	50
	谷物及其制品	-	未加工谷物	5.0
	谷物	5.0	婴幼儿谷物加工食品	0.50
	谷物碾磨加工品	5.0	除婴幼儿谷物加工食品和婴儿特殊医学用途膳食食品外, 可直接食用的谷物和谷物制品	3.0
	豆类及其制品	-	-	-
	豆类	5.0	-	-

表 3 欧盟伏马毒素 B₁ 与 B₂ 总量和桔青霉素在粮油食品中的限量对比

Table 3 EU maximum levels for fumonisins and citrinin in grain and oil foods

项目	食品名称	限量/(μg/kg)
伏马毒素 B ₁ 与 B ₂ 总量	未加工 (湿磨法除外) 的玉米	4000
	非直接食用的磨粉粒径大于 500 μm 的玉米粉以及磨粉粒径大于 500 μm 的玉米粉制品	1400
	非直接食用的磨粉粒径小于等于 500 μm 的玉米粉以及磨粉粒径小于等于 500 μm 的玉米粉制品	2000
	玉米零食和玉米早餐谷物	800
	婴幼儿玉米加工食品	200
	直接食用的玉米以及除玉米零食、玉米早餐及婴幼儿食品的可直接使用的玉米制品	1000
桔青霉素	红曲霉发酵的大米食品补充剂	2000

表 4 欧盟关于粮油食品中 T-2 和 HT-2 毒素的指示值

Table 4 EU maximum levels for T-2 and HT-2 toxin in grain and oil foods

食品分类	食品名称	在重复调查前提下的 T-2 和 HT-2 总量的指示水平/(μg/kg)
未加工谷物	大麦 (包括啤酒大麦) 和玉米	200
	燕麦 (带壳)	1000
	小麦、黑麦和其他谷物	1000
可直接食用的谷物	燕麦	200
	玉米	100
	其他谷物	50
可直接食用的谷物产品	燕麦麸和燕麦片	200
	除燕麦麸外的谷物麸皮, 除燕麦麸和燕麦片以外的燕麦碾磨产品, 玉米碾磨产品	100
	其他谷物碾磨产品	50
	早餐谷物包括谷物片	75
	面包 (包括小面包店产品)、糕点、饼干、谷物小吃、面条	25
	婴幼儿谷物食品	15

表 5 欧盟关于粮油食品中麦角和麦角碱的限量

Table 5 EU maximum levels for ergot and ergotamine in grain and oil foods

中国 ^[10]		欧盟 ^[4]	
食品名称	麦角限量值/%	食品名称	麦角限量值/(g/kg)
大米、玉米、豆类、小麦、燕麦、苜蓿、大麦、米大麦	不得检出 0.01	除玉米和大米外的未加工谷物	0.5

1.1 真菌毒素种类差异

对比真菌毒素种类差异, 欧盟比我国多制定了黄曲霉毒素 B₁、B₂、G₁、G₂ 的总量、伏马毒素、桔青霉素、T-2 和 HT-2 毒素的限值。

黄曲霉毒素 B₁、B₂、G₁、G₂ 的总量: 欧洲食品安全局通过科学的毒理学数据表明黄曲霉毒素具有基因致癌性, 因此他们在设置黄曲霉毒素的最大限量时, 也考虑了黄曲霉毒素 B₁、B₂、G₁、G₂ 的总量, 而中国却没有此限制, 但从各食品中黄曲霉毒素 B₁、B₂、G₁、G₂ 的持续监测结果看, 中国应参考欧盟规范, 根据本国国情, 制定黄曲霉毒素 B₁、B₂、G₁、G₂ 的最大限量, 以保障我国消费者的健康安全。

伏马毒素: 欧洲食品安全局制定的伏马毒素的每日最大允许摄入量为 2 $\mu\text{g}/\text{kg}\cdot\text{bw}^{[4]}$, 并制定了玉米及其制品中伏马毒素的限量值, 如表 2-5 所示。中国在伏马毒素限量方面仍存在空白, 然而从伏马毒素调研发现, 我国很多省的玉米普遍受到伏马毒素 B₁ 的污染^[1]。因此, 建议我国尽快完成伏马毒素的风险监测和风险评估, 参考欧盟的每日最大允许摄入量、食品分类及其制定的限量值, 结合我国目前可行的伏马毒素减控措施, 对我国玉米及其制品中伏马毒素进行限量设定, 降低食品安全风险。

桔青霉素: 目前欧盟设定了红曲发酵的大米食品补充剂中桔青霉素的限量, 如表 3 所示。目前, 中国暂无对粮油及相关产品中关于桔青霉素的限量值, 但已经发布并实施了不同食品基质中桔青霉素的国家标准检测方法。建议中国对易被桔青霉素污染的谷物中的桔青霉素含量进行持续监测, 若持续偏高, 则应根据我国现有技术, 参考世界上已有的桔青霉素限量, 制定我国桔青霉素的限量, 同时寻找控制桔青霉素的方法, 提高食品安全性。

T-2 和 HT-2 毒素: 欧洲食品安全局已制定了 T-2 和 HT-2 的联合每日最大允许摄入量为 0.06 $\mu\text{g}/\text{kg}\cdot\text{bw}^{[4]}$, 并经过风险评估认为: T-2 和 HT-2 的暴露量低于所有年龄阶段人群的 TDI 值, 不会造成直接健康风险。因此, 欧盟目前尚未针对谷物中的 T-2 和 HT-2 毒素制定限量值。然而, 根据欧盟收集的风险监测数据, T-2 和 HT-2 毒素含量随年度变化差异很大, 应当收集更多关于不同加工工艺、不同种植环境等条件下谷物和谷物制品中 T-2 和 HT-2 的含量数据, 并提出有效措施将其 T-2 和 HT-2 毒素含量始终维持在较低水平。在此基础上, 欧盟制定了 2013/165/EU 文件, 提出了不同谷物及谷物制品中 T-2 和 HT-2 毒素指示值, 如表 4 所示, 并建议采取相应的控制措施。由于

大米及制品中几乎不存在 T-2 和 HT-2 毒素或含量极微, 因此, 以上文件中所提及的谷物不包括大米。根据现有资料显示, 中国没有制定关于 T-2 和 HT-2 的限量标准, 也没有相关的风险提示。鉴于中欧目前基于 T-2 和 HT-2 的数据都比较少, 暂时不能确定是否要制定限量值, 因此应对 T-2 和 HT-2 的数据进行持续监测和记录, 并据此分析是否有必要对相应的食品品类制定限量值。

1.2 食品分类差异

中国在制定黄曲霉毒素 B₁、赭曲霉毒素 A、脱氧雪腐镰刀菌烯醇和玉米赤霉烯酮等真菌毒素的限量值时, 食品分类比较简单, 而欧盟有非常详细的分类。欧盟针对是否加工、不同工艺以及不同人群规定了不同的限值, 未加工谷物并不会直接用于人类食用, 加工过程会使真菌毒素含量适度降低, 出于保护健康的角度, 欧盟针对加工后的谷物及谷物制品均制定了较低的限量值。未加工谷物若设置过低的限量值会造成浪费, 影响农民的经济利益, 因此建议中国细化谷物及其制品的分类标准后, 针对不同类别的食物进行单独考量, 同时考虑经济效益和对健康的影响来制定最大限量。

针对某些类别, 我国制定了限值, 而欧盟没有对此作出规定。比如我国针对豆类制定了赭曲霉毒素 A 的限量值, 赭曲霉毒素 A 在豆类中广泛分布, 而欧盟对豆类赭曲霉毒素 A 的最大限量没有规定, 因此建议欧洲扩大对本国豆类中赭曲霉毒素 A 的风险监测范围, 根据耐受摄入量等数据, 考虑是否增加欧盟的豆类中赭曲霉毒素 A 的限量。

1.3 限值差异

针对同一食品类型, 我国制定的真菌毒素限值普遍较高, 例如, GB 2761-2017 规定的婴幼儿谷类辅助食品的黄曲霉毒素 B₁ 值为 (EC) 1881/2006 的 5 倍, 对于谷类中规定的限量值也均高于欧盟。我国结合真菌毒素的风险评估结果, 并充分考虑本国农业操作规程、气候环境以及工业发展的影响制定了相对较高的毒素限量, 今后可借鉴欧盟各国良好的农业实践逐步降低限量, 在直接婴幼儿谷物辅助食品、食用的谷物、坚果及制品等食品方面逐步靠近欧盟较低的毒素的限量。

对于麦角的限量, 欧盟限量值大于中国的限量值。但中欧均未对麦角生物碱制定限量值。根据欧洲食品安全局的大量监测数据表明: 燕麦、小麦等谷物中麦角生物碱的含量与麦角的含量存在统计学意义上的线

性关系^[12,13], 然而, 麦角未检出时, 并不意味着没有麦角生物碱, 会存在假阴性的情况。因此, 基于麦角生物碱可能造成的健康风险, 除设定麦角限量值外, 还应设置麦角生物碱的限量值。麦角碱种类繁多, 目前中国应积极推进麦角生物碱标准检验方法的制定, 并执行风险监测计划, 结合本国居民膳食情况, 判断是否需要制定麦角生物碱的限量。

2 中欧真菌毒素防控对比分析

中国针对玉米、花生、小麦等作物中的部分真菌毒素的预防和减控措施进行了详细规定, 如中华人民共和国农业部于2013年5月20日和2017年9月30日发布的中华人民共和国农业行业标准 NY/T 2308-2013^[6]和 NY/T 3107-2017^[7], 分别规范了花生和玉米中黄曲霉毒素预防和减控技术规程; 2017年9月30日发布的中华人民共和国农业行业标准 NY/T 3108-2017^[8], 规范了小麦中玉米赤霉烯酮类毒素预防和减控技术规程。而欧盟没有具体指出作物类别, 但在关于预防和减少谷类和谷类产品中的镰刀菌毒素欧盟建议 (EC) 2006/583/EC^[9]中对真菌毒素的预防和减控措施进行了概括建议。综合对比中国和欧盟的标准和建议, 可知二者在对真菌毒素的防控方面有很多重合, 也有一些不同。

2.1 中欧真菌毒素防控措施相同点

中国和欧盟制定的真菌毒素防控措施均针对田间生产、收获、运输、储藏、加工等全产业链中会影响真菌毒素产生积累的重要因素进行描述, 希望采用综合方法以合理的方式处理所有可能的风险因素, 其中多数观点均非常统一。

(1) 田间生产方面, 种植前需要清除土壤中的残余物并培土。建立合理轮作制度, 选择抗真菌病害、病虫害和抗逆性强的作物及品种进行轮作。选取大小均一、饱满、无损伤和霉变的种子, 考虑到天气和环境因素, 适时播种, 并合理密植。植物生长期间, 在不同生长阶段采取合理的生产管理措施 (施肥、除草、灌溉、病虫害防治), 土壤温度和持水量对真菌毒素的产生和积累十分重要。

(2) 收获方面, 收获前, 确保收获设备、设施性能完好、清洁、无污染。考虑到环境条件在作物成熟时及时收获, 收获过程中, 避免作物受到机械损伤。收获后及时干燥, 控制农作物含水量, 避免挤压、堆积或密闭存放。干燥后, 迅速用卫生、无污染包装袋分装。

(3) 运输方面, 要通过消毒等方式保持运输工具

清洁、干燥、无可见污染物质 (真菌、昆虫等), 运输过程中注意防潮, 避免作物发热或霉变, 避免作物受生物因素 (鸟、虫等) 和非生物因素 (雨水、日晒等) 影响。

(4) 储藏方面, 储藏前选择适当干燥方式, 确保作物水分含量低于规定, 做好清理, 清除作物中不成熟、受损、虫蚀、发芽、生霉的部分和其他杂质。储藏场地应该清洁、干燥、密封性好、可以通风降温、防潮隔热、防虫鼠鸟。根据储藏条件选择合适的储藏方式, 对不同批次、用途、含水量的样品要分开储藏, 储藏期间定期检查样品温度、含水量等, 并注意防虫抗菌, 及时分离受霉菌感染的样品。

(5) 加工方面, 选择具有加工资格的加工厂。对进厂的原料含水量、生霉率、毒素含量等进行严格检验。加工前对样品进行精选, 去除虫蚀、发芽、生霉样品, 保持加工设备整洁、卫生。不同批次、用途、含水量的样品要分别加工。加工后产品应存放于干净、干燥、通风环境中, 定期取样检测毒素水平, 超标批次单独存放处理。

(6) 在粮食流通 (生产、贸易、加工、分销) 环节, 均要求粮食经营者严格执行国家卫生标准、粮食质量的有关规定。

以上因素在预防和控制真菌毒素的积累中均发挥着重要作用, 因此应当结合各个因素间可能的相互作用, 避免各风险因素的积累, 同时不断总结近年来在预防真菌毒素污染上的经验, 不断优化上述全产业链中的操作。

2.2 中欧真菌毒素防控措施差异

2.2.1 风险监测差异

真菌毒素对粮油食品的污染是一个严肃的全球性问题, 全球每年约有四分之一的粮食作物被真菌毒素的产毒菌所污染。对真菌毒素的合理监测和处置, 确保粮食食品的安全具有非常重要的意义。在真菌毒素的监测方面, 欧盟要求粮食链中的每个经营者对其销售和收购的产品中的真菌毒素进行自检; 而中国则是在收获季由粮食部门组织全国性的汇检, 以调查粮食的收获质量; 省级粮食行政管理部门也可以根据其管辖范围内可能的粮食污染情况, 增设相关的卫生检验项目^[14]。因为中国粮油相关的大小企业数量众多, 但其中成规模的较少, 目前只有少数大型粮油企业对风险监测非常重视, 如中粮、中纺粮油公司等, 而多数小中型企业的风险监测仍主要依靠相关部门监督, 因此建议中国成立更多统一的具有检验资格的检测机构, 开发更高效灵敏的真菌毒素检测方法, 降低检验

成本,逐步由政府主导检测向经营者自检转化,最终实现经营者对自己的产品安全负责;与此同时,出于安全考虑,中国和欧盟各国政府也应对粮食中真菌毒素含量进行抽查。

2.2.2 霉变粮食处理措施差异

因为真菌毒素对健康危害巨大,因此应当尽量减少真菌毒素进入食物链。但每年有大量粮食霉变,如果对霉变粮食完全采取销毁措施,会造成巨大的浪费,因此,中欧针对霉变粮食制定了很多处理措施。其中欧洲主要通过分拣技术,分类并进一步加工处理。按照污染等级,对污染严重的谷物进行去除、污染较轻的谷物作为提取油的原料或者选择合适的作为动物饲料;根据法规(EC)第882/2004号,污染较轻且符合生产国/地或第三方国家法规的谷物,将其重返生产国/地或者再出口到已经设定了真菌毒素法规的第三方国家;污染严重的谷物直接销毁。而中国对于霉变粮食的处理方法主要包括封存、用作燃料或饲料,对霉变粮食单独清理、集中堆放、统一处理,严禁将发霉的粮食用于加工,受损较轻并符合国家饲料卫生标准的,降级用于饲料生产;真菌毒素污染的粮食一般用来发酵酒精,因为真菌毒素虽然不会在发酵过程中降解,但在蒸馏出的酒精中没有残留,主要留在酒糟里,因此也阻碍了酒糟作为饲料^[5]。因为将霉变较轻、符合饲料卫生标准的粮食用作饲料原料可以降低损失,并且不会对人畜健康造成威胁,因此建议欧盟保持这一处理方法;提纯酒精不会造成真菌毒素在终产品中的残留,提炼精炼植物油也不会导致黄曲霉毒素在植物油中的积累,因此中欧可以继续保持这些处理方法;鉴于世界范围内对真菌毒素的了解越来越多,政府对其危害越来越重视,因此真菌毒素相关限量法规会在更多国家被确立,同时由于贸易的全球化,世界范围内的限量标准会趋于统一,因此欧盟将霉变粮食再出口到已经设定了真菌毒素法规的第三方国家的处理方法会慢慢被取代,而随着科技进步,对霉变粮食进行生物或其他方法的脱毒也逐渐成为可能。

2.2.3 减控对象差别

中国规定的真菌毒素减控规程覆盖的真菌毒素种类及粮油食品种类还不全面。目前只有中华人民共和国农业行业标准 NY/T 2308-2013^[6]、NY/T 3107-2017^[7]和 NY/T 3108-2017^[8],分别规范了花生和玉米中黄曲霉毒素预防和减控技术规程和小麦中玉米赤霉烯酮类毒素预防和减控技术规程,因此对很多作物中的多种真菌毒素都没有制定明确的预防和减控技术规程。而欧盟在关于预防和减少谷类和谷类产品中的镰刀菌毒素欧盟建议(EC)2006/583/EC^[9]中对真菌毒素的预防

和减控措施进行了概括建议。建议中国参考已经施行的三种行业标准,再根据实际情况建立受真菌毒素污染严重的多种作物中的多种真菌毒素预防和减控措施的行业标准。

3 结论

从类别来说,欧盟有限量标准的真菌毒素种类多于我国,因此,对于其余未制定限量标准的真菌毒素,中国应该加紧风险监测和风险评估的步伐,制定科学的、严格的限量标准,提升消费者健康保护的能力;其次,对于已制定限量标准的真菌毒素,其限量值在中国和欧盟各有差异,从总体上来说,欧盟在制定限量的过程中,考虑的因素比较全面,包括了食品品类、食用方式以及加工工艺等,限量值有严有松,在保障食品安全的同时,也充分考虑了食品企业、初级农产品生产这等其他食品利益相关方的利益,因此,中国也应借鉴欧盟的限量制订方式,充分考虑利益各方,摒弃“一刀切”。为控制食品中真菌毒素含量,中欧也制定了关于真菌毒素预防和减控的相关标准和措施,二者在粮食生产全产业链各个步骤中的措施基本一致,但中国目前制定了减控标准的作物及真菌毒素种类有限,因此需针对未涵盖的作物及真菌毒素制定新的行业标准。此外,建议中国进一步提高中小型粮油企业对产品中真菌毒素风险监测的主观能动性,实现更多的企业自检;同时建议中欧互相参考对方对霉变粮食的处理方式,在对健康不造成威胁的情况下最大可能降低粮食霉变带来的损失。最后,还要研究并实行新的食品中真菌毒素的减控策略,以进一步降低食品中的真菌毒素含量,保护人类健康。

参考文献

- [1] 王硕,王俊平.食品安全学[M].北京:科学出版社,2016
- [2] European Commission (2006) Commission recommendation of 17 August 2006 on the presence of deoxynivalenol, zearalenone, ochratoxin, T-2 and HT-2 and fumonisin in products intended for animal feeding [J]. Off J Eur Union L, 229:7-9
- [3] 刘峰良,赵志辉,谢晶.谷物中真菌毒素的研究进展[J].广东农业科学,2012,39(19):115-119
LIU Feng-liang, ZHAO Zhi-hui, XIE Jing. Research progress of mycotoxins in cereals [J]. Guangdong Agricultural Sciences, 2012, 39(19): 115-119
- [4] Official Journal of the European Union, Commission Regulation (EC) No 1881/2006 of 19 December 2006 Setting Maximum Levels for Certain Contaminants in Foodstuffs [S]

- [5] GB 2761-2017, 食品安全国家标准. 食品中真菌毒素限量 [S]
GB 2761-2017, National Food Safety Standard Maximum Levels of Mycotoxins in Food [S]
- [6] NY/T 2308-2013, 花生黄曲霉毒素污染控制技术规程[S]
NY/T 2308-2013, Code of practice for the Prevention and Reduction of Aflatoxin Contamination in Peanuts [S]
- [7] NY/T 3107-2017, 玉米中黄曲霉毒素预防和减控技术规程 [S]
NY/T 3107-2017, Technical Code of Practice for the Prevention and Reduction of Aflatoxin Contamination in Corns [S]
- [8] NY/T 3108-2017, 小麦中玉米赤霉烯酮类毒素预防和减控技术规程[S]
NY/T 3108-2017, Technical Code of Practice for the Prevention and Reduction of Zearalenone Contamination in Wheat [S]
- [9] Official Journal of the European Union, Commission Recommendation of 17 August 2006 on the Prevention and Reduction of Fusarium Toxins in Cereals and Cereal Products [S]
- [10] GB 2715-2016, 食品安全国家标准. 粮食[S]
GB 2715-2016, National Food Safety Standard for Grain [S]
- [11] 王金昌, 王小红, 杨一兵, 等. 伏马菌素的毒害及脱毒防控技术的研究进展[J]. 江西科学, 2009, 27(1): 76-80
WANG Jin-chang, WANG Xiao-hong, YANG Yi-bing, et al. The development of research on fumonisins' toxicity and detoxification [J]. Jiangxi Science, 2009, 27(1): 76-80
- [12] Official Journal of the European Union, Commission Regulation (EU) 2015/1940 of 28 October 2015 amending Regulation (EC) No 1881/2006 as Regards Maximum Levels of Ergot Sclerotia in Certain Unprocessed Cereals and the Provisions On Monitoring and Reporting [S]
- [13] Arcella, Jose Angel Gomez Ruiz, Matteo Lorenzo Innocenti, et al. Human and animal dietary exposure to ergot alkaloids [J]. EFSA Journal, 2017, 15(7): 4902
- [14] 李美琴. 中欧粮食中真菌毒素控制的比较研究[J]. 粮食与饲料工业, 2013, 12(9): 63-67
LI Mei-qin. Comparison study on EU-China mycotoxin management in grain [J]. Cereal & Feed Industry, 2013, 12(9): 63-67
- [15] 曹慧英, 伍松陵, 沈晗, 等. 粮食中真菌毒素的控制策略[J]. 粮油食品科技, 2012, 20(6): 45-48
CAO Hui-ying, WU Song-ling, SHEN Han, et al. Control strategy against mycotoxins in grain [J]. Science and Technology of Cereals, Oils and Foods, 2012, 20(6): 45-48

(上接第 295 页)

- [29] 顾勇, 彭海根, 夏春, 等. 烟叶种植过程中专用化肥和农药的近红外快速鉴别[N]. 江西农业学报, 2018, 30(4): 88-92
GU Yong, PENG Hai-gen, XIA Chun, et al. Fast discrimination of dedicated chemical fertilizer and pesticide applied in tobacco planting by using NIR spectra [N]. Acta Agriculturae Jiangxi, 2018, 30(4): 88-92
- [30] 耿颖, 程奇蕾, 何兰. 运用近红外光谱法对缙沙坦胶囊进行一致性评价的研究[J]. 药物分析杂志, 2015, 35(1): 161-167
GENG Ying, CHENG Qi-lei, HE Lan. Study on uniformity evaluation of Valsartan Capsules by near infrared spectroscopy [J]. Chin J Pharm Anal, 2015, 35(1): 161-167
- [31] 柳艳云, 胡昌勤. 近红外分析中光谱波长选择方法进展与应用[J]. 药物分析杂志, 2010, 30(5): 968-974
LIU Yan-yun, HU Chang-qin. Progress and application of spectral wavelength selection methods in NIR analytical technique [J]. Chin J Pharm Anal, 2010, 30(5): 968-974
- [32] 庞艳苹, 刘坤, 闫军颖, 等. 近红外光谱法快速鉴别成安草莓 [J]. 现代食品科技, 2013, 29(5): 1160-1162
PANG Yan-ping, LIU Kun, YAN Jun-ying, et al. Rapid identification of Cheng'an strawberry with near infrared spectroscopy [J]. Modern Food Science and Technology, 2013, 29(5): 1160-1162
- [33] 张银, 周孟然. 近红外光谱分析技术的数据处理方法[J]. 红外技术, 2007, 29(6): 345-348
ZHANG Yin, ZHOU Meng-ran. Method for data of near infrared spectroscopy analysis [J]. Infrared Technology, 2007, 29(6): 345-348
- [34] 张磊, 丁大中, 杨龙华, 等. 青岛口岸进口药品近红外快速检验模型的建立与验证[J]. 中国药事, 2018, 32(1): 59-66
ZHANG Lei, DING Da-zhong, YANG Long-hua, et al. Establishment and validation of near infrared rapid testing model for imported drugs at Qingdao port [J]. Chinese Pharmaceutical Affairs, 2018, 32(1): 59-66