

# 荞麦生产和贮藏过程中农药残留和真菌毒素的控制措施

杨蒲晨<sup>1</sup>, 张慧敏<sup>2\*</sup>, 张志华<sup>1</sup>, 薛龙飞<sup>3</sup>, 王 慧<sup>3</sup>, 任宏彬<sup>1</sup>, 贾晓婷<sup>1</sup>, 杨晓伟<sup>1</sup>

(1. 大同海关, 大同 037006; 2. 大同市云冈区园林管理处, 大同 037007;  
3. 山西省农业科学院高寒区作物研究所, 大同 037008)

**摘要:** **目的** 研究荞麦生产过程中农药残留和贮藏过程中真菌毒素的变化趋势, 并提出相应的预防措施。**方法** 在荞麦收获前 20 d 用 10 种混合农药进行田间喷洒, 收获荞麦后进行农药检测, 每月 1 次, 为期 4 月。对 36 份刚收获的荞麦样品在密闭、湿度  $\geq 65\%$ , 温度  $\geq 25\text{ }^{\circ}\text{C}$  的环境条件下储存 3 个月后进行黄曲霉毒素 B<sub>1</sub> 和赭曲霉毒素 A 测定。**结果** 混合农药中大部分农药在 2 个月内降解消失, 但部分农药 2 个月后仍有检出, 降解缓慢; 储存 3 个月后尽管荞麦整体处于较低的毒素污染状态, 但部分样品仍有黄曲霉毒素 B<sub>1</sub> 和赭曲霉毒素 A 检出。**结论** 需采用科学的植物保护措施, 同时严格贮藏条件, 以保障荞麦产品的安全。**关键词:** 荞麦; 生产; 农药残留; 贮藏; 真菌毒素

## Control measures of pesticide residue and mycotoxin in buckwheat production and storage

YANG Pu-Chen<sup>1</sup>, ZHANG Hui-Min<sup>2\*</sup>, ZHANG Zhi-Hua<sup>1</sup>, XUE Long-Fei<sup>3</sup>, WANG Hui<sup>3</sup>,  
REN Hong-Bin<sup>1</sup>, JIA Xiao-Ting<sup>1</sup>, YANG Xiao-Wei<sup>1</sup>

(1. Datong Customs, Datong 037006, China; 2. Datong City Yungang District Landscape Management Office, Datong 037007, China; 3. High Latitude Crops Institute of Shanxi Academy of Agricultural Sciences, Datong 030008, China)

**ABSTRACT: Objective** To study the change trend of pesticide residue and mycotoxin in buckwheat production and storage, and put forward the corresponding preventive measures. **Methods** Ten kinds of mixed pesticides were used to spray in the field 20 d before the harvest of buckwheat. After the buckwheat was harvested, the pesticide residue was detected once a month for 4 months. Totally 36 newly harvested buckwheat samples were stored in airtight environment with humidity  $\geq 65\%$  and temperature  $\geq 25\text{ }^{\circ}\text{C}$  for 3 months, then aflatoxin B<sub>1</sub> and ochratoxin A were determined. **Results** The degradation of most of the mixed pesticides disappeared within 2 months, but some of them were still detected, and the degradation was slow. After 3 months storage under certain environmental conditions, although buckwheat was in a low level of toxin pollution, aflatoxin B<sub>1</sub> and ochratoxin A were still detected in some samples. **Conclusion** Scientific plant protection measures and strict storage conditions are needed to ensure the safety of buckwheat products.

**KEY WORDS:** buckwheat; production; pesticide residue; storage; mycotoxin

基金项目: 海关总署科研计划项目(2017IK097)

Fund: Supported by Research project of the General Administration of Customs (2017IK097)

\*通讯作者: 张慧敏, 硕士, 工程师, 主要研究方向为植物的重金属胁迫与修复。E-mail: Marina-hiphop@hotmail.com

\*Corresponding author: ZHANG Hui-Min, Master, Engineer, Datong City Yungang District Landscape Management Office, Koizumi Botanical Garden, Yungang District, Datong 037007, China. E-mail: Marina-hiphop@hotmail.com

## 1 引言

荞麦别称乌麦、三角麦, 为蓼科(Polygonaceae)荞麦属(*Fagopyrum*)双子叶植物, 主要种植分布在我国内蒙古、云南、山西、四川和贵州等地区<sup>[1]</sup>。荞麦是一种重要的药食同源食物, 研究表明, 荞麦中含有丰富的营养物质如蛋白质、膳食纤维、类黄酮等, 具有降三高、抗肿瘤等药理功能<sup>[2-4]</sup>。因此添加荞麦的食品越来越受到人们的喜爱。

我国是荞麦的生产大国, 同时也是出口大国, 我国荞麦长期出口日本、韩国、马来西亚、意大利、加拿大、印度、荷兰、德国等国家<sup>[5,6]</sup>。但随着全球经济一体化进程的加快, 市场竞争的日趋激烈, 世界各国对各种农副产品中农药残留都规定了越来越严格的限量标准<sup>[7]</sup>。我国现阶段农药的用量居高不下, 荞麦农药残留超标现象普遍, 影响荞麦的国内外贸易, 加之荞麦病虫害以及生物毒素的影响, 荞麦类产品质量安全问题已成为束缚荞麦产业发展的重要瓶颈<sup>[8,9]</sup>。因此对荞麦的农药残留和毒素含量进行控制很有必要。本研究分析了荞麦生产过程中农药残留和贮藏过程中真菌毒素(以黄曲霉素 B<sub>1</sub> 和赭曲霉素 A 为代表)的变化趋势, 并提出相应的预防措施, 对我国荞麦的出口行业具有一定的意义。

## 2 材料与方法

### 2.1 材料与试剂

荞麦样品: 山西省朔州市怀仁县山西省农业科学院高寒作物研究所试验基地、山西省大同市左云县雁门清高有限公司荞麦种植基地、山西省大同市广灵县荞宝有限公司荞麦种植基地种植的美国温莎(甜荞)和黑丰 1 号(苦荞)。

乙腈、丙酮、甲醇、环己烷、乙酸乙酯、正己烷、异辛烷、二氯甲烷(色谱纯)、氯化亚锡、乙酸铵、氢氧化钠(分析纯)、石油醚(优级纯)(天津市科密欧化学试剂有限公司); 无水硫酸钠、磷酸氢二钾(分析纯)、甲苯(优级纯)(天津市天大化工试验厂); 盐酸(分析纯, 永飞化学试剂有限公司); 二硫化碳(分析纯, 天津市福晨化学试剂厂); 甲酸(分析纯, 天津市光复科技发展有限公司); 氯化钠(分析纯, 北京化工厂); 磷酸二氢钾(分析纯, 国药集团化学试剂有限公司)。

标准品: 敌敌畏 GBW(E)082244、啉虫脒 GBW(E)082324、毒死蜱 GBW(E)082239、噁霜灵 BW900091-100-N、二嗪磷 GBW(E)082344、腐霉利 GBW(E)082331、多菌灵 BW900742、敌百虫 BW900454、百菌清 GBW(E)082282、辛硫磷 GBW(E)082463、代森锌 C17950000(浓度 100 mg/L, 北京坛墨质检科技有限公司); 代森锰锌 BY-18-0321(浓度 100 mg/L, 上海农药研究所有限公司)。

### 2.2 仪器与设备

QP2011 OULTRA 气相色谱质谱仪、GC2010 气相色谱仪、LCMC-8050 液相色谱串联质谱仪(日本岛津公司); PL-JR GPC + Pressurized SPE + Eva30 凝胶渗透色谱仪(美国 J2 公司); HS16 顶空进样器(美国 PE 公司); LE244S 分析天平(德国赛多利斯公司); N-EVAP 8125 氮吹仪(美国 Organomation 公司); R-215 型旋转蒸发器(瑞士 BUCHI 公司); WNB14 恒温水浴锅(德国 MEMMERT 公司)。

### 2.3 实验方法

#### 2.3.1 农药残留的测定

在荞麦收获前 20 d 用百菌清、代森锌、敌百虫、敌敌畏、啉虫脒、毒辛(毒死蜱+辛硫磷)、多菌灵、噁霜锰锌(噁霜灵+代森锰锌)、二嗪磷、腐霉利 10 种混合农药进行田间喷洒, 喷洒量 45 L/亩, 9 月份荞麦收获后开始对籽粒进行农药残留分析。

(1)敌敌畏、啉虫脒、毒死蜱、噁霜灵、二嗪磷、腐霉利的测定

参考 GB 23200.9-2016《食品安全国家标准 粮谷中 475 种农药及相关化学品残留量测定 气相色谱-质谱法》<sup>[10]</sup>, 提取过程修改如下: 称取 10 g 试样(精确至 0.01 g)于离心管中, 加入 25 mL 乙腈, 超声提取 30 min, 离心后取上清液, 残渣再用 10 mL 乙腈提取 1 次, 合并两次提取液, 旋转蒸发器浓缩至约 2 mL, 待净化。

(2)代森锌、代森锰锌的测定

根据 SN 0139-1992《出口粮谷中二硫代氨基甲酸酯残留量检验方法》<sup>[11]</sup>, 前处理过程修改如下: 称取 5 g 试样, 加入氯化亚锡溶液 20 mL, 设定顶空进样器样品加热温度为 80 °C。

(3)多菌灵、敌百虫的测定

采用 GB/T 20770-2008《粮食中 486 种农药及相关化学品残留量的测定 液相色谱-串联质谱法》<sup>[12]</sup>进行测定。

(4)百菌清的测定

采用 SN/T 2320-2009《进出口食品中百菌清、苯氟磺胺、甲抑菌灵、克菌丹、灭菌丹、敌菌丹和四溴菊酯残留量检测方法 气相色谱-质谱法》<sup>[13]</sup>进行测定。

(5)辛硫磷的测定

采用 GB/T 5009.102-2003《植物性食品中辛硫磷农药残留量的测定》<sup>[14]</sup>进行测定。

#### 2.3.2 真菌毒素的测定

对 36 份刚收获的美国温莎(甜荞)和黑丰 1 号(苦荞)样品在密闭、湿度 ≥ 65%, 温度 ≥ 25 °C 的环境条件下储存 3 个月后进行黄曲霉毒素 B<sub>1</sub>(aflatoxin B<sub>1</sub>, AFB<sub>1</sub>)和赭曲霉毒素 A(ochratoxin A, OTA)测定。

(1)黄曲霉毒素 B<sub>1</sub> 的测定

采用 GB 5009.22-2016《食品安全国家标准 食品中黄

曲霉毒素 B 族和 G 族的测定》<sup>[15]</sup>中高效液相色谱-柱后碘衍生法进行测定。

### (2) 赭曲霉毒素 A 的测定

采用 GB 5009.96-2016《食品安全国家标准 食品中赭曲霉毒素 A 的测定》<sup>[16]</sup>中免疫亲和层析净化液相色谱法进行测定。

## 3 结果与分析

### 3.1 农药残留监测

所使用农药在甜荞和苦荞的残留分析结果如表 1 所示。数据经 *t* 检验法分析后不存在显著性差异( $P < 0.01$ ), 各种农药残留检测结果与农药固有降解特性基本相符, 与预期农药残留结果一致。监测结果表明, 代森锌、敌敌畏、

啉虫脒、毒死蜱、辛硫磷、噁霜灵、代森锰锌、腐霉利农药在收获 1 个月后的甜荞和苦荞中均未检出, 降解显著。百菌清、敌百虫、多菌灵、二嗪磷农药在收获 2 个月后的甜荞中仍检出, 降解缓慢, 各种农药检测误差线  $< 20\%$ , 不存在显著性差异; 百菌清、多菌灵、二嗪磷农药在收获 2 个月后的苦荞中仍检出, 降解缓慢, 各种农药检测误差线  $< 20\%$ , 不存在显著性差异。

### 3.2 真菌毒素监测

荞麦贮藏 3 个月后黄曲霉毒素 B<sub>1</sub> 和赭曲霉毒素 A 的测定结果如表 2 所示。数据经 *t* 检验法分析后不存在显著性差异。结果显示, 储存 3 个月后荞麦整体受真菌毒素污染程度较小, 但依然有小部分样品黄曲霉毒素 B<sub>1</sub> 和赭曲霉毒素 A 检出。

表 1 所使用农药在甜荞和苦荞的残留分析结果(mg/kg)( $n=6$ )  
Table 1 Residue analysis of pesticides used in sweet buckwheat and tartary buckwheat (mg/kg)( $n=6$ )

日期	2018.9		2018.10		2018.11		2018.12	
	甜荞	苦荞	甜荞	苦荞	甜荞	苦荞	甜荞	苦荞
名称								
百菌清	0.79	0.63	0.12	0.09	0.04	0.02	<0.01	<0.01
代森锌	0.12	0.07	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
敌百虫	0.46	0.36	0.09	0.006	0.0021	<0.00056	<0.00056	<0.00056
敌敌畏	<1.2	<1.2	<1.2	<1.2	<1.2	<1.2	<1.2	<1.2
啉虫脒	0.47	0.52	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
毒死蜱	0.11	0.15	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025
辛硫磷	0.18	0.10	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
多菌灵	0.26	0.16	0.04	0.01	0.005	0.0042	<0.00023	<0.00023
噁霜灵	0.08	0.051	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025
代森锰锌	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
二嗪磷	0.33	0.26	0.08	0.07	0.03	0.028	<0.025	<0.025
腐霉利	0.035	0.046	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025

表 2 黄曲霉毒素 B<sub>1</sub> 和赭曲霉毒素 A 测定结果( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )( $n=6$ )  
Table 2 Determination result of AFTB<sub>1</sub> and OTA( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )( $n=6$ )

品种	AFTB <sub>1</sub>	OTA	品种	AFTB <sub>1</sub>	OTA	品种	AFTB <sub>1</sub>	OTA
高寒所甜荞 1	<0.03	<0.3	雁门清高甜荞 1	<0.03	<0.3	荞宝甜荞 1	<0.03	<0.3
高寒所甜荞 2	<0.03	<0.3	雁门清高甜荞 2	<0.03	0.35	荞宝甜荞 2	<0.03	<0.3
高寒所甜荞 3	<0.03	<0.3	雁门清高甜荞 3	<0.03	<0.3	荞宝甜荞 3	<0.03	<0.3
高寒所甜荞 4	0.57	<0.3	雁门清高甜荞 4	<0.03	<0.3	荞宝甜荞 4	0.33	<0.3
高寒所甜荞 5	<0.03	<0.3	雁门清高甜荞 5	<0.03	<0.3	荞宝甜荞 5	<0.03	<0.3
高寒所甜荞 6	<0.03	0.69	雁门清高甜荞 6	<0.03	<0.3	荞宝甜荞 6	<0.03	<0.3
高寒所苦荞 1	<0.03	<0.3	雁门清高苦荞 1	0.19	<0.3	荞宝苦荞 1	<0.03	<0.3
高寒所苦荞 2	<0.03	<0.3	雁门清高苦荞 2	<0.03	<0.3	荞宝苦荞 2	<0.03	<0.3
高寒所苦荞 3	0.26	<0.3	雁门清高苦荞 3	<0.03	<0.3	荞宝苦荞 3	<0.03	<0.3
高寒所苦荞 4	<0.03	<0.3	雁门清高苦荞 4	<0.03	<0.3	荞宝苦荞 4	<0.03	0.42
高寒所苦荞 5	<0.03	<0.3	雁门清高苦荞 5	<0.03	<0.3	荞宝苦荞 5	<0.03	<0.3
高寒所苦荞 6	<0.03	<0.3	雁门清高苦荞 6	<0.03	<0.3	荞宝苦荞 6	<0.03	<0.3

### 3.3 控制方法分析

以上监测结果表明, 混合农药中大部分农药在 2 个月内降解消失, 但部分农药 2 个月后仍有检出, 降解缓慢。在密闭、湿度 $\geq 65\%$ , 温度 $\geq 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的环境条件下储存 3 个月后尽管荞麦整体处于较低的毒素污染状态, 但部分样品仍有黄曲霉毒素 B<sub>1</sub> 和赭曲霉毒素 A 检出。需采用一定的植物保护措施, 同时严格贮藏条件。

#### 3.3.1 植物保护

采取正确的植物保护措施, 有利于减少植物发生病虫害的可能性, 从而降低农药的用量, 减少农药残留的风险。荞麦主要的病害有立枯病、轮纹病、褐斑病、霜霉病、荞麦病毒病、斑枯病、白霉病、白粉病、枯萎病、灰霉病<sup>[17]</sup>。主要的虫害有粘虫、草地螟、蚜虫、荞麦钩翅蛾、地下害虫(主要有蝼蛄、蛴螬、地老虎), 常见的田间现象是蚜虫会沾染荞麦病毒病进行传播<sup>[18]</sup>。

##### (1) 农业防治措施

通过对栽培作物采取 3 年以上轮作, 可以有效地改善土壤的水分和养分<sup>[19]</sup>。同时在深耕过程中应注意消灭杂草, 清除田间病残植株, 从而减少病源以及土中菌量, 对于减轻病虫害对荞麦的危害起着重要作用。

##### (2) 生物防治措施

对荞麦种子进行处理, 有晒种选种、浸种和药剂拌种 3 种方法。①晒种选种。应在播前 1 周, 中午时段连续晒种 2~3 d。荞麦进行风选和筛选, 去秕粒、碎粒和杂质, 留下大而饱满的洁净种子。②浸种。用 35 $^{\circ}\text{C}$ 温水浸种 15 min 或用 40 $^{\circ}\text{C}$ 温水浸种 10 min, 可提高发芽率和提早成熟。也可在播前用质量分数为 0.1%~0.5%的硼酸溶液或质量分数为 5%~10%的草木灰浸种<sup>[20]</sup>。③药剂拌种。用化学药剂拌种是防治地下害虫及病害的有效措施。用种子量 0.1%~0.5%的五氯硝基苯粉拌种, 防止疫病、凋萎病和灰腐病。也可用种子重量的 0.3%~0.5%的 20%甲基异柳磷乳油或 0.5%甲拌磷乳油拌种, 将种子拌匀后堆放 3~4 h 再摊开晾干, 可防治蝼蛄、蛴螬、金针虫等地下害虫。

##### (3) 物理防治措施

可采用收获后深翻灭蛹, 在成虫期采用糖醋液、黑光灯或汞灯等方法诱杀蚜虫、草地螟等害虫的成虫。在田间及时采摘卵块, 搜集烧埋枯心苗、枯黄叶, 将幼虫震落在容器内消灭黏虫。

##### (4) 化学防治措施

以喷洒农药为主, 本研究采用常用的百菌清、代森锌、敌百虫、敌敌畏、啶虫脒、毒辛(毒死蜱+辛硫磷)、多菌灵、噁霜锰锌(噁霜灵+代森锰锌)、二嗪磷、腐霉利 10 种农药, 采取乳油液体兑水稀释 1000 倍后使用, 其中百菌清、敌百虫、多菌灵、二嗪磷需减少用量。

#### 3.3.2 贮藏过程中的预防措施

荞麦比一般禾谷类作物含有较高脂肪和蛋白质, 对

高温的抗性较弱, 遇高温会造成蛋白质变性, 品质变劣, 生活力、发芽力下降, 故荞麦不宜长时间贮存。此外, 荞麦收获后要及时脱粒晾晒、降低籽粒含水量, 水分大易产生黄曲霉毒素和赭曲霉毒素, 一般荞麦籽粒的含水量降至 13%以下才可入库贮存。NY/T 894-2014《绿色食品 荞麦及荞麦粉》<sup>[21]</sup>中对黄曲霉毒素 B<sub>1</sub> 和赭曲霉毒素 A 都有严格的限量规定, 均需 $\leq 5\text{ }\mu\text{g}/\text{kg}$ 。黄曲霉毒素的合成过程中会受到通风、光线、温度、湿度、pH 值、氮源、碳源和重金属等环境条件因素的影响。荞麦贮存时, 既要求仓房具有良好的防潮、隔热性能, 又要求仓房具有良好的通风性能和良好的密闭性能。

可采取物理辐射法、吸附法, 化学碱处理、氨气熏蒸法、臭氧熏蒸法, 生物酶降解、微生物降解法等消除黄曲霉毒素和赭曲霉毒素<sup>[22]</sup>。一般情况下, 在低温、通风、干燥、碱性环境可以有效地抑制黄曲霉毒素的和赭曲霉毒素的产生。

技术在保证荞麦质量安全中起着重要的作用, 用以防止、消除农产品安全危害或将其降低到可接受的水平。提出荞麦质量安全控制技术的有效措施, 可进一步加强荞麦田间管理, 科学合理指导荞麦生产, 也为荞麦生产质量安全示范区的建立提供有效技术参考<sup>[23]</sup>。

## 4 结论与讨论

本研究对荞麦生产过程中农药残留以及贮藏后的真菌毒素含量进行了分析, 并提出了相应的预防和控制措施。在植物保护方面, 可使用正确的农业防治措施如 3 年以上轮作以改善土壤的水分和养分, 同时使用农药时减少百菌清、敌百虫、多菌灵、二嗪磷的用量; 在贮藏过程中, 应严格把控荞麦入库条件和贮藏环境, 同时采用相应技术抑制黄曲霉毒素的和赭曲霉毒素的产生, 从而保证荞麦产品的质量, 提高我国荞麦产品的出口竞争力。

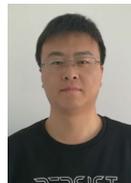
### 参考文献

- [1] 王丽, 魏茂琼, 邵金良, 等. 荞麦类黄酮成分的含量测定与分析研究[J]. 食品安全质量检测学报, 2018, 9(20): 5387-5392.  
Wang L, Wei MQ, Shao JL, et al. Content determination and analysis of flavonoids in buckwheat [J]. J Food Saf Qual, 2018, 9(20): 5387-5392.
- [2] 常庆涛, 刘荣甫, 马小凤, 等. 药食同源作物荞麦的营养保健价值及栽培技术[J]. 金陵科技学院学报, 2016, 32(2): 67-70.  
Chang QT, Liu RF, Ma XF, et al. Cultivation techniques of medicinal and edible crops about buckwheat [J]. J Jinling Inst Technol, 2016, 32(2): 67-70.
- [3] 阎红. 荞麦的应用研究及展望[J]. 食品工业科技, 2011, 32(1): 363-365.  
Yan H. Research progress in application and prospect of buckwheat [J]. Mod Food Sci Technol, 2011, 32(1): 363-365.
- [4] Tomotake H, Shimaoka I, Kayashita J, et al. A buckwheat protein product suppresses gallstone formation and plasma cholesterol more strongly than soy protein isolate in hamsters [J]. J Nutr, 2000, 130(7): 1670-1674.

- [5] 张舒亚, 李妮, 刘金华, 等. 食品过敏原荞麦的实时荧光 PCR 检测[J]. 中国卫生检验杂志, 2012, (6): 1237-1239.  
Zhang SY, Li N, Liu JH, *et al.* Detection of buckwheat in food by real-time PCR [J]. Chin J Health Lab Technol, 2012, (6): 1237-1239.
- [6] 王世霞, 李笑蕊, 负婷婷, 等. 不同品种苦荞麦营养及功能成分对比分析[J]. 食品与机械, 2016, 7(32): 5-9.  
Wang SX, Li XR, Yun TT, *et al.* Comparable analysis of nutrition and functional active ingredients in different varieties of tartary buckwheat [J]. Food Mach, 2016, 7(32): 5-9.
- [7] 姚清江, 江东坡. 欧盟农药最大残留限量标准的演变及其特征分析[J]. 世界农业, 2018, 476(12): 104-110.  
Yao QF, Jiang DB. The evolution and characteristic analysis of MRLs in EU [J]. World Agric, 2018, 476(12): 104-110.
- [8] 陈建荣, 田文玉. 气相色谱法同时测定荞麦中百菌清、三唑酮和拟除虫菊酯类农药残留量[J]. 理化检验-化学分册, 2010, 46(7): 40-42.  
Chen JR, Tian WY. Simultaneous GC determination of chlorothalonil, triadimefon and pyrethrin pesticide residues in buckwheat [J]. Phys Test Chem Anal Part B, 2010, 46(7): 40-42.
- [9] 王艳, 胡涛, 朱丽伟, 等. 部分地区荞麦食品中黄曲霉毒素 AFB<sub>1</sub>、AFB<sub>2</sub>、AFG<sub>1</sub>、AFG<sub>2</sub> 的污染评价[J]. 食品工业科技, 2019, 40(12): 211-217.  
Wang Y, Hu T, Zhu LW, *et al.* Contamination evaluation of aflatoxin AFB<sub>1</sub>, AFB<sub>2</sub>, AFG<sub>1</sub> and AFG<sub>2</sub> in buckwheat foods from some areas [J]. Sci Technol Food Ind, 2019, 40(12): 211-217.
- [10] GB 23200.9-2016 食品安全国家标准 粮谷中 475 种农药及相关化学品残留量测定 气相色谱-质谱法[S].  
GB 23200.9-2016 National food safety standard-Determination of 475 pesticides and related chemicals residues in grains-Gas chromatography-mass spectrometry [S].
- [11] SN 0139-1992 出口粮谷中二硫代氨基甲酸酯残留量检验方法[S].  
SN 0139-1992 Method for the determination of dithiocarbamate residues in grain for export [S].
- [12] GB/T 20770-2008 粮食中 486 种农药及相关化学品残留量的测定 液相色谱-串联质谱法[S].  
GB/T 20770-2008 Determination of 486 pesticides and related chemicals residues in grains-LC-MS-MS method [S].
- [13] SN/T 2320-2009 进出口食品中百菌清、苯氟磺胺、甲拌磷、克菌丹、灭菌丹、敌菌丹和四溴菊酯残留量检测方法 气相色谱-质谱法[S].  
SN/T 2320-2009 Determination of chlorothalonil, dichlofluanid, tolylfluanid, captan, folpet, captafol and deltamethrin residues in food for import and export-GC/MS method [S].
- [14] GB/T 5009.102-2003 植物性食品中辛硫磷农药残留量的测定[S].  
GB/T 5009.102-2003 Determination of phoxim pesticide residues in vegetable foods [S].
- [15] GB 5009.22-2016 食品安全国家标准 食品中黄曲霉毒素 B 族和 G 族的测定 [S].  
GB 5009.22-2016 National food safety standard-Determination of aflatoxin B and G in foods [S].
- [16] GB 5009.96-2016 食品安全国家标准 食品中赭曲霉毒素 A 的测定中免疫亲和层析净化液相色谱法进行测定[S].  
GB 5009.96-2016 National food safety standard-Determination of ochratoxin A in foods [S].
- [17] 王艺静. 不同等级荞麦粉品质特性研究[D]. 咸阳: 西北农林科技大学, 2017.  
Wang YJ. Study on the quality characteristics of buckwheat flour of different grades [D]. Xianyang: Northwest Agricultural and Forestry University of Science and Technology, 2017.
- [18] 任长忠, 崔林, 何峰, 等. 我国燕麦荞麦产业技术体系建设与发展[J]. 吉林农业大学学报, 2018, 40(4): 150-158.  
Ren CZ, Cui L, He F, *et al.* Construction and development of china oat and buckwheat industrial technology system [J]. J Jilin Agric Univ, 2018, 40(4): 150-158.
- [19] 王本辉, 赵志忠. 高寒地区荞麦增产经验谈[J]. 农业科技通讯, 1991, 12(6): 5.  
Wang BH, Zhao ZZ. Experience of increasing buckwheat production in alpine area [J]. Bull Agric Sci Technol, 1991, 12(6): 5.
- [20] 杜双奎, 李志西, 于修焯. 荞麦淀粉研究进展[J]. 食品与发酵工业, 2003, 29(2): 72-75.  
Du SK, Li ZX, Yu XZ. Research progress of buckwheat starch [J]. Food Ferment Ind, 2003, 29(2): 72-75.
- [21] NY/T 894-2014 绿色食品 荞麦及荞麦粉 [S].  
NY/T 894-2014 Green food-Buckwheat and buckwheat flour [S].
- [22] 巩桂花, 徐淑芝, 于森, 等. 粮食储藏过程中黄曲霉毒素检测与去除研究进展[J]. 粮食与油脂, 2019, 32(3): 6-8.  
Gong GH, Xu SZ, Yu M, *et al.* Research progress in detection and removal of aflatoxin in grain storage [J]. Cere Oils, 2019, 32(3): 6-8.
- [23] 苏春森. 德国农产品质量安全全程控制技术经验及启示[J]. 农业质量标准, 2008, 6(4): 48-52.  
Su CS. Experience and Enlightenment of the whole process control technology of agricultural product quality and safety in Germany [J]. Qual Saf Agro Prod, 2008, 6(4): 48-52.

(责任编辑: 李磅礴)

## 作者简介



杨蒲晨, 工程师, 主要研究方向为食品质量与安全分析。

E-mail: 47175596@qq.com



张慧敏, 硕士, 工程师, 主要研究方向为植物的重金属胁迫与修复。

E-mail: Marina-hiphop@hotmail.com