

河北酿造高粱籽粒中 7 种常用农药的残留与安全评价

王金萍¹, 杜瑞恒¹, 籍贵苏¹, 邢国胜², 吕芃¹

(1. 河北省农林科学院谷子研究所, 国家高粱改良中心河北分中心, 河北省杂粮研究实验室, 河北石家庄 050035)

(2. 石家庄市制酒厂有限公司, 河北石家庄 050035)

摘要: 为了解河北生产上酿酒高粱籽粒中农药残留情况, 本研究收集生产上 20 个籽粒样品和一个高粱白酒样品, 同时记录籽粒样品产区、品种、栽培技术、所用农药等详细信息, 参考 GB/T 20770-2008 和 GB 23200.113-2018 对莠去津、吡虫啉、抗蚜威、克百威、六六六、毒死蜱、氯虫苯甲酰胺等 7 种农药进行检测, 根据 GB 2763-2019 进行安全评价。结果表明, 籽粒样品农药残留检出率为 80%, 超标率为 25%, 酒样中未检测出农药残留。检出农药为毒死蜱和氯虫苯甲酰胺, 检出率分别为 70%、25%; 超标农药为氯虫苯甲酰胺, 最大残留量为 726 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 。喷施毒死蜱和氯虫苯甲酰胺样品中相应农药检出率分别为 100%、50%, 超标率分别为 0、50%。采用农药防治与免施农药两种虫害防治技术的样品中农残超标率分别为 41.67% 和 0。农残检出率较低的品种为冀酿 2 号和冀酿 3 号, 检出率均为 75%; 农残超标率较低的品种为红茅梁 6 号和冀酿 2 号, 超标率分别为 0 和 12.50%。本研究结果可以为确立酿造高粱农药残留检测指标提供理论依据, 为酒厂选用安全酿造高粱原粮提供参考。

关键词: 酿造高粱; 籽粒; 农药残留; 安全评价

文章编号: 1673-9078(2020)07-282-288

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2020.7.0343

Analysis and Risk Assessment of Seven Conventional Pesticides Residue in Brewing Sorghum Grains Grown in Hebei Province

WANG Jin-ping¹, DU Rui-heng¹, JI Gui-su¹, XING Guo-sheng², LYU Peng¹

(1. Institute of Millet Crops, Hebei Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Hebei Branch of National Sorghum Improvement Center, Minor Cereal Crops Laboratory of Hebei Province, Shijiazhuang 050035, China)

(2. Shijiazhuang Winery Industry Company Limited, Shijiazhuang 050035, China)

Abstracts: To understand the situation of pesticide residues in sorghum grains grown in Hebei province, 20 sorghum grain samples and one liquor sample were collected, and the sample information in detail, such as producing areas, varieties, cultivation techniques, used pesticides and so on, were recorded. Seven conventional pesticide residues, including, atrazine, imidacloprid, pirimicarb, carbofuran, benzene hexachloride, chlorpyrifos, and chlorantraniliprole, were detected in samples according to GB/T 20770-2008 and GB 23200.113-2018. Each pesticide residue in sorghum was assessed according to GB 2763-2019. The results showed that the percentage of grain samples containing pesticide residues was 80%, and the percentage of grain samples containing pesticide residues exceeding maximum residue limits (MRLs) was 25%, but there was no pesticide residue in liquor sample. The residues of chlorpyrifos and chlorantraniliprole were found at or above the detection limits, with the detection rates were 70% and 25%, respectively. The maximum residue of chlorantraniliprole was 726 $\mu\text{g}/\text{kg}$, which was above MRL. In samples used pesticides, the detection rate and the over-standard rate of chlorpyrifos were 100% and 0, respectively, and that of chlorantraniliprole were both 50%. In samples used pest control methods with and without pesticides, the over-standard rates of pesticide

引文格式:

王金萍, 杜瑞恒, 籍贵苏, 等. 河北酿造高粱籽粒中 7 种常用农药的残留与安全评价[J]. 现代食品科技, 2020, 36(7): 282-288

WANG Jin-ping, DU Rui-heng, JI Gui-su, et al. Analysis and risk assessment of seven conventional pesticides residue in brewing sorghum grains grown in Hebei province [J]. Modern Food Science and Technology, 2020, 36(7): 282-288

收稿日期: 2020-04-14

基金项目: 国家重点研发计划项目 (2019YFD1001700); 国家谷子高粱产业技术体系项目 (CARS-06-13. 5-B5); 河北省杂粮杂豆创新团队项目 (HBCT2018070204); 河北省现代农业科技创新工程项目 (2019-4-2-6); 河北省农林科学院博士基金项目 (C19R0402)

作者简介: 王金萍 (1983-), 女, 博士, 助理研究员, 研究方向: 高粱遗传育种

通讯作者: 吕芃 (1980-), 男, 副研究员, 研究方向: 高粱新品种选育与推广

residues were 41.67% and 0, respectively. Of all the varieties tested, the pesticide detection rates in Jiniang No. 2 and Jiniang No. 3 were both 75%, and lower than that in others. The pesticide over-stand rates in Hongmaoliang No. 6 and Jiniang No. 2 were 0 and 12.50%, respectively, and lower than that in others. The findings of this work could provide a theoretical basic for confirming pesticide residues detection items in brewing sorghum, and a reference for distilleries to choose safe brewing sorghum grains.

Key words: brewing sorghum; grains; pesticide residues; risk assessment

饮酒是中国人传统习惯,白酒产业也是我国支柱产业,白酒的质量安全关系到人们的身体健康,也是产业安全发展的保障。酿酒原粮中农药残留是威胁白酒安全的一个主要方面,农药在酒精中的溶解度很大,原粮经发酵、蒸馏后,其中的农药残留会进入酒体中,造成白酒污染^[1-3]。作为酿酒的主要原料,高粱中农药残留问题已引起酒厂的高度重视,茅台、五粮液等知名酒企通过建立有机高粱生产基地,以确保白酒的饮用安全,国内诸多大型知名酒企在收购高粱时要求提供农药残留的检测报告。随着检测方法的不断改进,农药残留检测效率、精准度、灵敏度都不断提高,在果蔬^[4-7]、药材^[8]、谷物^[9,10]等主要食品中相关研究较为深入,各地市场产品中农药残留情况和安全评价等方面报道较多,但在高粱和白酒中相关研究还停留在检测方法改进上^[11-13],大田生产和市场上的高粱主要农药残留种类、残留量、减少农残措施等相关情况都没有系统研究或报道。

近年来,随着我国种植业结构调整,高粱种植面积明显增大,规模化、轻简化的生产模式已基本形成,生产上一般采用化学农药进行病虫害防治。河北高粱病害较轻,生产过程中一般仅需防治草害和虫害,常用高粱除草剂有莠去津、异丙甲草胺等,主要害虫有蚜虫和螟虫等,常用杀虫剂有吡虫啉、抗蚜威、克百威、毒死蜱、氯虫苯甲酰胺等。河北主栽品种中,冀酿1号、冀酿2号、冀酿3号等抗蚜品种,生产上不用防治蚜虫,螟虫防治可以选用生物防治或化学防

治两种方法,抗蚜品种结合生物防治技术可实现整个生育期内不使用杀虫剂^[14];其他非抗蚜品种,如红茅梁6号、红缨子、兴湘梁2号等必需喷施杀虫剂同时防治蚜虫、螟虫等。鉴于河北高粱品种和虫害防治技术的差异性,有必要对高粱籽粒的农药残留情况进行研究。

本研究以品种、种植区域、栽培技术不同的20份高粱籽粒样品和1份白酒样品为材料,通过检测莠去津、吡虫啉、毒死蜱、氯虫苯甲酰胺、抗蚜威、克百威、六六六等7种常用农药的残留量,从而了解河北省高粱籽粒农药残留情况,研究不同病虫害防治方式对农药残留影响,为酒企建立高水平的高粱生产基地,以及绿色高粱生产提供指导,为酿造高粱农药残留检测项目的确定提供依据,为酒企选用高品质酿造高粱提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料和收集

供试材料为20个高粱籽粒样品和1个白酒样品。籽粒样品收集的具体方法是在高粱收获时,田间采集果穗,室内晾干,详细记录各样品的品种、产地、病虫害防治方法、所用农药种类等信息。白酒样品(NC21)是由柏乡县黄中宝酒业,用柏乡冀酿2号(NC8)酿造的高粱酒。样品详情见表1。

表1 籽粒样品的品种、产地及农药使用情况

Table 1 The varieties, producing areas and pesticides used of grain samples

样品编号	品种	产地	虫害防治方法	杀虫剂	除草剂
NC1	红缨子	河北平山县	化学防控	吡虫啉、氯虫苯甲酰胺	莠去津
NC2	红缨子	河北平山县	化学防控	吡虫啉、氯虫苯甲酰胺	莠去津
NC3	冀酿3号	河北景县	化学防控	吡虫啉	莠去津
NC4	冀酿3号	河北文安县	化学防控	毒死蜱、吡虫啉	莠去津
NC5	冀酿3号	河北宁晋县	化学防控	毒死蜱、氯虫苯甲酰胺	莠去津
NC6	红茅梁6	河北新河县	化学防控	吡虫啉、毒死蜱、氯虫苯甲酰胺	莠去津
NC7	红缨子	河北柏乡县	化学防控	吡虫啉、毒死蜱、氯虫苯甲酰胺	莠去津
NC8	冀酿2号	河北柏乡县	化学防控	氯虫苯甲酰胺	莠去津
NC9	红茅梁6号	河北柏乡县	化学防控	吡虫啉、毒死蜱、氯虫苯甲酰胺	莠去津

转下页

接上页

NC10	冀酿2号	河北泊头	化学防控	吡虫啉、毒死蜱、氯虫苯甲酰胺	莠去津
NC11	红茅梁6号	河北阜城县	化学防控	吡虫啉、毒死蜱、氯虫苯甲酰胺	莠去津
NC12	冀酿5号	河北石家庄	化学防控	氯虫苯甲酰胺	无
NC13	冀酿2号	河北阜城县	生物防控	无	莠去津
NC14	冀酿2号	河北阜城县	生物防控	无	莠去津
NC15	冀酿2号	河北阜城县	生物防控	无	莠去津
NC16	冀酿2号	河北阜城县	生物防控	无	莠去津
NC17	冀酿2号	河北藁城县	无	无	莠去津
NC18	冀酿3号	河北石家庄	无	无	无
NC19	冀酿2号	河北石家庄	无	无	无
NC20	R432	河北临城县	无	无	无

1.2 农药残留检测与安全评价

样品农药残留量委托河北省农林科学院农产品质量安全研究中心检测，该单位为农业农村部授权的农药检测单位。

检测方法参考国家标准 GB/T 20770-2008《粮谷

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》^[15]和 GB 23200.113-2018《食品安全国家标准 植物源性食品中 208 种农药及其代谢物残留量的测定 气相色谱-质谱联用法》^[16]，检测结果根据国家标准 GB 2763-2019《食品安全国家标准 食品中农药最大残留限量》^[17]进行安全评价，详情见表 2。

表 2 7 种农药的最大残留限量、检出限、检测方法

Table 2 The maximum detection limits, detection limits and detection methods of seven pesticides

农药名称	最大残留限量/($\mu\text{g}/\text{kg}$)	检出限/($\mu\text{g}/\text{kg}$)	检测方法
莠去津	50	20	液相色谱-串联质谱法 ^[15]
吡虫啉	50	20	液相色谱-串联质谱法 ^[15]
毒死蜱	-	20	液相色谱-串联质谱法 ^[15]
氯虫苯甲酰胺	20*	20	液相色谱-串联质谱法 ^[15]
抗蚜威	200	20	液相色谱-串联质谱法 ^[15]
克百威	50	20	液相色谱-串联质谱法 ^[15]
六六六	50	8	气相色谱-质谱联用法 ^[16]

注：“*”表示为国家标准中规定的临时限值；“-”表示国家标准中尚无明确规定。

1.3 数据处理

采用 Microsoft Excel 2013 软件进行数据计算和作图，用 DPS 7.05 软件进行差异性分析。

2 结果与讨论

2.1 样品中农药残留情况

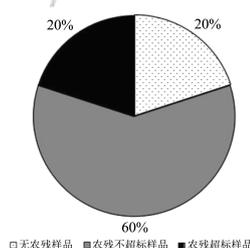


图 1 高粱籽粒样品农药残留检出率

Fig.1 Frequency of grain samples with pesticide residues

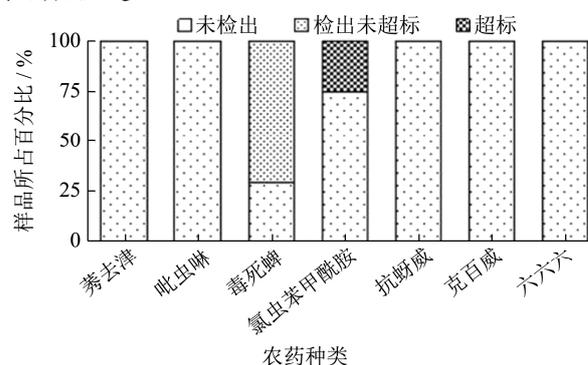


图 2 籽粒样品中 7 种农药检出率

Fig.2 Frequency of grain samples with each pesticide residue

20 个籽粒样品中，80%（16 个）检测出农药残留，25%（5 个）残留超标，检测出的农药为毒死蜱和氯虫苯甲酰胺，超标农药为氯虫苯甲酰胺（图 1、表 3）。毒死蜱检出率为 70%，残留量为 20~40 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ，我国对高粱中毒死蜱残留限量未做明确规定，欧盟国家标准为

500 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ^[18], 样品中毒死蜱残留量尚在安全范围内; 氯虫苯甲酰胺检出率为 25%, 残留量为 78~726 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 均高于我国最大残留量 20 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 的规定, 可见本研究样品中氯虫苯甲酰胺的检出率即为超标率 (图 2, 表 3)。上述结果表明, 生产上高粱籽粒中毒死蜱残留较为普遍, 有一定的氯虫苯甲酰胺残留超标风险, 应将毒死蜱和氯虫苯甲酰胺作为高粱籽粒农残主要检测项目。

白酒样品和其酿造高粱样品 (NC8) 中均未检测到农药残留 (表 3)。目前, 国内外尚无针对白酒中农药残留量的明确标准, 酒厂对原粮也没有明确要求。原粮经发酵、蒸馏后, 其中农药残留在白酒中的迁移情况以及相关的安全评价标准是目前亟待解决的问题。在标准尚不明确的情况下, 尽量减少原粮中农药残留仍是未来工作主要方向。

表 3 样品中 7 种农药残留量

Table 3 Seven pesticide concentration in samples

样品编号	含量/ $\mu\text{g}/\text{kg}$						
	毒死蜱	吡虫啉	抗蚜威	克百威	莠去津	氯虫苯甲酰胺	六六六
NC1	-	-	-	-	-	726*	-
NC2	20	-	-	-	-	150*	-
NC3	-	-	-	-	-	-	-
NC4	34	-	-	-	-	-	-
NC5	31	-	-	-	-	310*	-
NC6	30	-	-	-	-	-	-
NC7	24	-	-	-	-	-	-
NC8	-	-	-	-	-	-	-
NC9	40	-	-	-	-	-	-
NC10	21	-	-	-	-	389*	-
NC11	21	-	-	-	-	-	-
NC12	-	-	-	-	-	78*	-
NC13	21	-	-	-	-	-	-
NC14	24	-	-	-	-	-	-
NC15	23	-	-	-	-	-	-
NC16	22	-	-	-	-	-	-
NC17	-	-	-	-	-	-	-
NC18	22	-	-	-	-	-	-
NC19	20	-	-	-	-	-	-
NC20	-	-	-	-	-	-	-
NC21	-	-	-	-	-	-	-

注: “-”表示数值低于检出限值; “*”表示该农残数值超标。

2.2 不同用药的籽粒中残留差异

莠去津、吡虫啉、毒死蜱、氯虫苯甲酰胺是籽粒样品生产过程中使用的主要农药, 施药样品中相应农药残留检出率分别为 0、0、100%、50%, 在相应未施药样品中仅有毒死蜱检测到 53.85% 残留, 其他农药残留未检出 (图 3)。莠去津用于苗期除草, 吡虫啉用于中期防治蚜虫, 这两种农药在高粱生长期的中早期使用, 不易产生残留, 在高粱生产上使用较为安全。毒死蜱和氯虫苯甲酰胺主要用于防治螟虫、粘虫、棉铃虫等鳞翅目害虫, 从拔节期至灌浆期一般需要喷施

2~3 次, 特别是进入灌浆期, 会直接喷施到穗部, 且离收获时间较短, 更易造成残留, 并且由于各地害虫发生情况不同, 最后一次施药时间不同, 从而造成残留量差异。因此, 应将高粱灌浆期的农药列为重点检测项目, 并对农药残留动态进行分析, 以指导农民安全、规范用药。

喷施毒死蜱的样品中, 毒死蜱检出率和残留量均高于未喷施样品, 残留量经 t 检验, 二者间差异显著, 说明毒死蜱的使用会造成籽粒中残留。未喷施毒死蜱的样品中检出 20~24 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 残留, 说明农田环境中, 主要是土壤中残留的毒死蜱可以在籽粒中产生残留,

这些样品来自阜城县、平山县、石家庄等不同地区，表明毒死蜱土壤残留现象较为普遍。蔬菜中也有类似报道，叶雪珠等^[19]对浙江蔬菜农药残留中发现，28种残留农药中有46.43%的经调查未发现使用情况，可见环境中残留农药也给蔬菜安全生产带来很大风险。据统计，农田中施用的农药有70%左右扩散到环境中，农药的长期使用必然造成土壤农药污染^[20]。除了毒死蜱外，其他土壤中残留农药是否也会影响高粱籽粒的生产安全，还需要进一步检测。不同地区土壤条件、微生物状况、农艺措施的不同，土壤中农药残留情况差异较大^[20]，鉴于此酒厂建立自己的原粮生产基地，选址时应考虑基地土壤状况。

农药在不同植物体内降解速度差异很大，受植物种类、生长状况，施药的剂型、剂量、次数、环境条件等因素的影响^[21]。氯虫苯甲酰胺是目前使用较为广泛的低毒、高效杀虫剂，在粮食作物中降解速率较蔬菜中慢，杨欢^[22]等研究发现甬优水稻喷施氯虫苯甲酰胺

21 d后，其精米中氯虫苯甲酰胺的含量为45 μg/kg，仍然超标。本研究中喷施氯虫苯甲酰胺的样品中一半检出残留超标，残留量为78~726 μg/kg，变异系数较大，说明生产上，氯虫苯甲酰胺的使用会造成高粱籽粒中残留，残留量差异很大，有极大的超标危险。

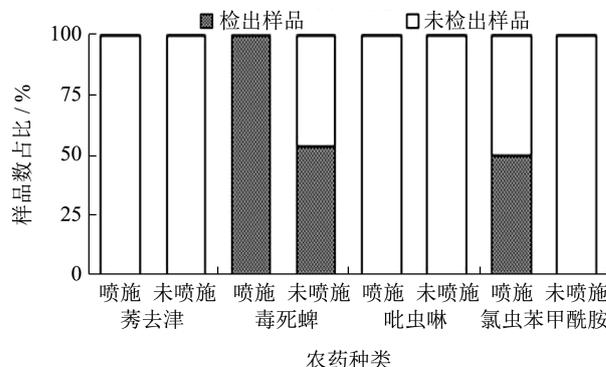


图3 农药使用与否的样品中相应农药检出率

Fig.3 The pesticide detection rate in samples with corresponding pesticide used or not

表4 籽粒样品中毒死蜱和氯虫苯甲酰胺残留量

Table 4 Chlorpyrifos and chlorantraniliprole residues in grain samples

农药名	使用情况	种植地	样品数/个	检出数/个	农药残留量/(μg/kg)			农残量变异系数
					极大值	极小值	均值	
毒死蜱	喷施	文安*、宁晋*、新河*、柏乡*、泊头*	7	7	40	21	30±7 ^a	0.23
	未喷施	平山*、景县、石家庄*、阜城*、丘头、临城	13	7	24	20	22±2 ^b	0.07
氯虫苯甲酰胺	喷施	平山*、宁晋*、新河、柏乡、石家庄*、泊头*	10	5	726	78	331±253	0.77
	未喷施	景县、文安、阜城、丘头、石家庄、临城	10	0	-	-	-	-

注：“*”表示该地样品检测出相应农药残留。小写字母a、b表示经t检验两残留量间差异显著，p<0.05。

2.3 不同虫害防治技术的籽粒中农残差异

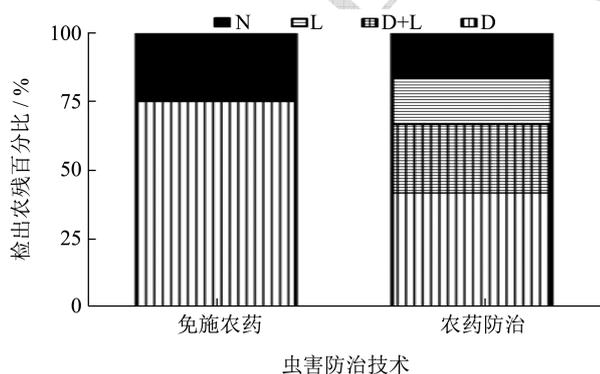


图4 两种虫害防治技术的样品中各农残检出率

Fig.4 The pesticides detection rates in samples using two pest control techniques

注：N：未检出；L：仅检出氯虫苯甲酰胺；D+L：同时检出毒死蜱和氯虫苯甲酰胺；D：仅检出毒死蜱，图5同。

20份籽粒样品生产过程中虫害防治技术不同，以阜城冀酿2号为代表的通过种植抗蚜高粱品种，结合赤眼蜂生物防治技术，实现免施农药防治虫害（不使

用农药或生物防治）的样品8个，采用农药防治的样品12个。对采用2种虫害防治技术下，高粱样品农药检出率见图4，免施农药样品中，75%（6个）检测出农药残留，残留农药均为毒死蜱，超标率为0；农药防治样品中，83.33%（10个）检测出农药残留，仅毒死蜱、仅氯虫苯甲酰胺、两种农药的检出率分别为41.67%（5个）、16.67%（2个）、25%（3个），超标率为41.67%。以上结果表明，采用免施农药虫害防治技术生产出的高粱较为安全，生产过程中减少农药用量才能从根本上控制农药残留问题。

2.4 不同品种间农残差异

冀酿2号、冀酿3号、红缨子、红茅梁6号4个品种中农药检出率分别为75%、75%、100%、100%，超标率同氯虫苯甲酰胺检出率分别为12.50%、25.00%、66.67%、0，毒死蜱检出率分别为62.50%、50%、33.33%、100%，2种农药同时残留检出率分别为12.50%、25%、33.33%、0（图5）。冀酿2号和冀酿3号农残检出率较低，红茅梁6号和冀酿2号农药

残留超标率较低,红缨子农残检出率和超标率均较高。结果说明生产中红茅梁6号和冀酿2号高粱较为安全。

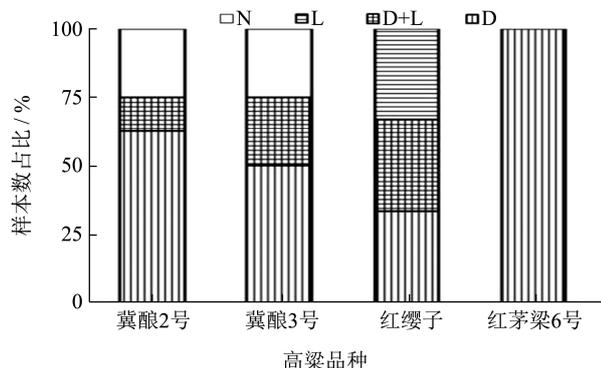


图5 不同高粱品种中农药残留检出率

Fig.5 The pesticide detection rates in different varieties samples

表5 不同品种样品中农药残留量分析

Table 5 Analysis of pesticide residues in different varieties samples

品种	样品数目	毒死蜱				氯虫苯甲酰胺				农残超标率/%
		喷药样品数/个	检出样品数/个	检测极大值/(μg/kg)	检测极小值/(μg/kg)	喷药样品数/个	检出样品数/个	检测极大值/(μg/kg)	检测极小值/(μg/kg)	
冀酿2号	8	1	6	24	20	2	1	389	-	12.50
冀酿3号	4	2	3	34	22	1	1	310	-	25.00
红缨子	3	1	2	24	20	3	2	726	150	66.67
红茅梁6号	3	3	3	40	21	3	0	-	-	0

3 结论

通过对河北高粱籽粒中农药残留检测,结果表明籽粒中农药检出率较大,参照我国食品中农药最大残留限量标准,有一定的农药残留超标风险。分别比较农药使用与否、不同病虫害防治技术、不同品种三种情况下,样品间农药残留差异,发现生产过程中使用的农药,特别是进入灌浆期,直接喷施在穗部农药,极易造成残留,且有很大的超标风险;不同农药使用后,在籽粒中的残留水平存在差异,这与农药降解速率和使用时间有关;土壤中残留农药可以引起高粱籽粒残留,这种现象较为普遍,但尚未发现超标风险;不同虫害防治技术会影响籽粒中农药残留,采用生物防治等免施农药的防治技术才能从根本上减少农药残留;河北主栽品种中,冀酿2号和冀酿3号籽粒中农药残留检出率较低,红茅梁6号和冀酿2号籽粒中农药残留超标率较低,这一结果可以为酒厂原粮采购提供参考。目前急需对酿造原料中农药残留在酿酒过程中的迁移情况、白酒饮用安全评价进行系统研究,制定白酒和酿造高粱中相关农药残留标准,以指导高粱生产上安全用药,为白酒饮用安全提供保障。

参考文献

4个品种中农药残留量见表5。毒死蜱最大残留量由大到小顺序为红茅梁6号>冀酿3号>红缨子=冀酿2号,氯虫苯甲酰胺的最大残留量由大到小顺序为红缨子>冀酿2号>冀酿3号>红茅梁6号,品种间差异明显。

应兴华等^[23]和陈振德等^[24]分别对毒死蜱在水稻籽粒和苹果果实中的残留量进行研究,均发现残留量存在着明显的品种差异。杨欢^[22]等研究毒死蜱和氯虫苯甲酰胺在2个水稻品种中的残留量,也有相同的发现。本研究中品种间农药残留差异主要是由栽培方式、环境条件等因素差异造成的,不能说明高粱品种与农药残留间具有相关性,还需要进一步研究。

[1] 张秋,范光森,李秀婷.我国白酒质量安全现状浅析[J].中国酿造,2016,35(11):15-20
ZHANG Qiu, FAN Guang-sen, LI Xiu-ting. Brief analysis on the status of Baijiu quality and safety in China [J]. China Brewing, 2016, 35(11): 15-20

[2] 董蔚,施珂,孙啸涛,等.白酒中潜在化学污染物的研究进展[J].中国食品学报,2018,18(5):185-194
DONG Wei, SHI Ke, SUN Xiao-tao, et al. Research progress on the potential chemical contaminants in Chinese Baijiu [J]. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 2018, 18(5): 185- 194

[3] 郑淼,岳红卫,钟其顶.白酒质量安全风险及其控制[J].食品科学技术学报,2016,34(2):18-23
ZHENG Miao, YUE Hong-wei, ZHONG Qi-ding. Safety risk and its control of Chinese white spirits [J]. Journal of Food Science and Technology, 2016, 34(2): 18-23

[4] Lehotay S J, Michlig N and Lightfield A R. Assessment of test portion sizes after sample comminution with liquid nitrogen in an improved high-throughput method for analysis of pesticide residues in fruits and vegetables [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2020, 65(5): 1468-1479

[5] 刘娟,周玉玺.基于文献数据对我国果蔬农药残留研究现状及相关政策分析[J].科技和产业,2019,19(11):37-42

- LIU Juan, ZHOU Yu-xi. Study on the current research on fruit and vegetable pesticide residue in China and the related policy analysis based on the literature data [J]. Science Technology and Industry, 2019, 19(11): 37-42
- [6] Bakirci GT, Yaman Acay DB, Bakirci F, et al. Pesticide residues in fruits and vegetables from the Aegean region, Turkey [J]. Food Chemistry, 2014, 160: 379-392
- [7] 吴燕,彭芳,赵进辉,等.叶菜中多类农药残留的 SERS 快速无损检测[J].现代食品科技,2019,35(3):256-261
- WU Yan, PENG Fang, ZHAO Jin-hui, et al. Rapid nondestructive detection of pesticide residues in leaf vegetables by SERS technology [J]. Modern Food Science and Technology, 2019, 35(3): 256-261
- [8] Wang LL, Kong WJ, Yang MH, et al. Safety issues and new rapid detection methods in traditional Chinese medicinal materials [J]. Acta Pharmaceutica Sinica B, 2015, 5(1): 38-46
- [9] González-Curbelo MÁ, Socas-Rodríguez B, Herrero M, et al. Dissipation kinetics of organophosphorus pesticides in milled toasted maize and wheat flour (gofio) during storage [J]. Food Chemistry, 2017, 229: 854-859
- [10] Han YT, Song L, Zou N, et al. Rapid multiplug filtration cleanup method for the determination of 124 pesticide residues in rice, wheat, and corn [J]. Journal of Separation Science, 2017, 40(4): 878-884
- [11] 叶华夏,安明哲,李曦,等.酿酒用原料中 343 种农药残留快速筛查方法的研究[J].酿酒科技,2018,286(4):58-64,71
- YE Hua-xia, AN Ming-zhe, LI Xi, et al. Rapid screening of 343 kinds of pesticide residues in liquor-making raw materials by GC-triple quadrupole mass spectrometry [J]. Liquor-making Science and Technology, 2018, 286(4): 58-64, 71
- [12] Han YT, Song L, Liu SW, et al. Simultaneous determination of 124 pesticide residues in Chinese liquor and liquor-making raw materials (sorghum and rice hull) by rapid multi-plug filtration cleanup and gas chromatography-tandem mass spectrometry [J]. Food Chemistry, 2018, 241(15): 258-267
- [13] Han YT, Huang BY, Liu SW, et al. Residue levels of five grain-storage-use insecticides during the production process of sorghum distilled spirits [J]. Food Chemistry, 2016, 206(1): 12-17
- [14] 王金萍,吕芑,籍贵苏,等.抗蚜糯高粱杂交种冀酿 2 号的选育与栽培技术[J].河北农业科学,2019,23(1):75-77
- WANG Jin-ping, LYU Peng, JI Gui-su, et al. Breeding and cultivation technology of aphid-resistant waxy sorghum hybrid Jiniang No.2 [J]. Journal of Hebei Agricultural Science, 2019, 23(1): 75-77
- [15] GB/T 20770-2008,粮谷中 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]
- [16] GB 23200.113-2018,食品安全国家标准 植物源性食品中 208 种农药及其代谢物残留量的测定 气相色谱-质谱联用法[S]
- GB 23200.113-2018, National Food Safety Standards- Determination of 208 Pesticides and Metabolites Residues in Foods of Plant Origin- Gas Chromatography- Tandem Mass Spectrometry Method [S]
- [17] GB 2763-2019,食品安全国家标准 食品中农药最大残留限量[S]
- GB 2763-2019, National Food Safety Standard- Maximum Residue Limits for Pesticides in Food [S]
- [18] European Commission. EU Pesticides Database [EB/OL]. [2020-4-7]
- [19] 叶雪珠,赵燕中,王强,等.蔬菜农药残留现状及其潜在风险分析[J].中国蔬菜,2012,1(14):76-80
- YE Xue-zhu, ZHAO Yan-shen, WANG Qiang, et al. Present status of pesticide residue in vegetables and its potential risk analysis [J]. China Vegetables, 2012, 1(14): 76-80
- [20] 赵玲,滕应,骆永明.中国农田土壤农药污染现状和防控对策[J].土壤,2017,49(3):417-427
- ZHAO Ling, TENG Ying, LUO Yong-ming. Present pollution status and control strategy of pesticides in agricultural soils in China: a review [J]. Soil, 2017, 49(3): 417-427
- [21] 范君,刘腾飞,杨代凤,等.农产品与环境样品中氯虫苯甲酰胺的残留动态分析[J].中国农学通报,2016,32(35):51-57
- FAN Jun, LIU Teng-fei, YANG Dai-feng, et al. Residue dynamics of chlorantraniliprole in agricultural products and environmental samples [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2016, 32(35): 51-57

(下转第 320 页)