

奶牛饲料中多种农药残留调查分析

吴雨珊¹, 孙丹丹², 李军国^{1,3}, 赵丹阳¹, 姚婷^{2,4}, 谷旭¹, 杨洁^{1,3}, 李俊^{1*}

- (1. 中国农业科学院饲料研究所, 农业农村部动物产品质量安全饲料源性因子风险评估实验室, 北京 100081;
2. 中国农业科学院北京畜牧兽医研究所, 北京 100193; 3. 农业农村部饲料生物技术重点开放实验室, 北京 100081;
4. 北京市饲料监察所, 北京 100107)

摘要: **目的** 调查奶牛饲料(青绿饲料、青贮饲料、玉米秸秆、苜蓿饲料、精料补充料、牧草和糟头料)中农药的残留状况。**方法** 从我国奶牛养殖大省(天津、河北、内蒙古、黑龙江、山东、陕西)中有代表性的牛场抽取饲料检测。采用气相色谱-质谱方法分析样品中的农药残留量。**结果** 六六六以 α 异构体形式存在, 未检测到其他异构体; 滴滴涕主要以 p,p' -DDT 形式存在; 毒死蜱在所有饲料样品中均有检出, 在青绿饲料中检出率达 100%; 敌敌畏在玉米饲料中检出率为 100%; 氟氯氰菊酯在玉米饲料和精料补充料中的检出率为 100%; 溴氰菊酯在青贮饲料、玉米饲料、精料补充料中的检出率均大于 80%; 乐果在奶牛饲料中检出率较高。**结论** 以上检出率情况说明饲料中敌敌畏、DDT、毒死蜱、甲胺磷、氟氯氰菊酯、溴氰菊酯农药污染情况较严重, 生产中应注意控制使用, 加强相关农药残留分析, 尽早制定出饲料中农药使用的相关标准, 加大监管力度。

关键词: 青绿饲料; 玉米饲料; 青贮饲料; 苜蓿饲料; 牧草; 糟头料; 奶牛精料补充料; 农药残留

Survey on multiple pesticides residues in cow feed

WU Yu-Shan¹, SUN Dan-Dan², LI Jun-Guo^{1,3}, ZHAO Dan-Yang¹, YAO Ting^{2,4}, GU Xu¹,
YANG Jie^{1,3}, LI Jun^{1*}

- (1. Laboratory of Feed-derived Factor Risk Assessment for Animal Product Quality and Safety, Ministry of Agriculture and Rural Affairs (Beijing), Feed Research Institute Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China;
2. Beijing Institute of Animal Husbandry and Veterinary Medicine of Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China; 3. Key Laboratory of Feed Biotechnology of Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Beijing 100081, China; 4. Beijing Institute of Feed Control, Beijing 100081, China)

ABSTRACT: Objective To investigate the pesticide residues in dairy cow feed (green feed, silage feed, corn straw, alfalfa feed, concentrate supplement, forage and leftovers). **Methods** Feed samples were collected from representative dairy farms in Tianjin, Hebei, Inner Mongolia, Heilongjiang, Shandong and Shaanxi provinces. The pesticide residues in samples were analyzed by gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS). **Results** Hexachlorocyclohexane (HCH) existed in the form of α -HCH and no other isomers were detected, while DDT mainly

基金项目: 现代农业产业技术体系北京市家禽创新团队项目(BAIC04-2019)、中国农业科学院创新工程项目(CAAS-ASTIP-2017-FRI-08)、国家重点研发计划项目(2018YFD0500600)、农产品安全生产与供应关键技术研究及应用示范(北京市科学技术委员会)

Fund: Supported by Beijing Poultry Innovation Team Project (BAIC04-2019), Innovation Project of Chinese Academy of Agricultural Sciences (CAAS-ASTIP-2017-FRI-08), National Key Research and Development Project (2018YFD0500600), and Research and Application Demonstration on Key Technologies of Safety Production and Supply of Agricultural Products (Beijing Science and Technology Commission)

***通讯作者:** 李俊, 博士, 研究员, 主要研究方向为饲料加工与质量安全。E-mail: lijun08@caas.cn

***Corresponding author:** LI Jun, Ph.D, Professor, Feed Research Institute Chinese Academy of Agricultural Sciences, 12 Zhongguancun South Street, Haidian District, Beijing 100081, China. E-mail: lijun08@caas.cn

existed in the form of *p,p'*-DDT. Chlorpyrifos were detected in all feed samples, the detection rate in green feed was 100%; dichlorvos in corn feed was 100%; cyhalothrin in corn feed and concentrate supplement was 100%; deltamethrin in silage, corn feed and concentrate supplement were more than 80%; the detection rate of dimethoate in dairy cow feed was higher. **Conclusion** The above detection rates indicate that the pollution of dichlorvos, DDT, chlorpyrifos, methamidophos, deltamethrin pesticides in feed is serious. In production, we should pay attention to control the use of pesticides, strengthen the analysis of pesticide residues, formulate relevant standards for pesticide use in feed as soon as possible, and strengthen supervision.

KEY WORDS: green feed; maize straw; silage feed; alfalfa feed; forage; leftovers; cow concentrate supplement; pesticide residue

1 引言

乳及乳制品是除膳食纤维外含有人体所需要的全部营养物质,近几年来我国乳业的发展成果显著,2017 年我国全年生鲜乳总产量约 3825 万吨,人均占有量为 27.3 kg^[1]。农药残留是影响乳品质量安全的主要因素之一,对奶牛而言,饲料中残留的农药可造成农药在体内蓄积,最终影响牛奶品质^[2],优质安全的生鲜乳首先来源于良好的奶牛营养与安全的饲料,因此分析奶牛饲料中农药残留情况,对了解饲料中农药的残留状况,分析其可能对奶牛健康及对奶制品造成的影响是非常重要的。

农药残留是指农药使用后,其母体、衍生物、代谢物、降解产物在农作物、土壤、水体中的残留,其最大的卫生学意义是农药在食品中与饲料中的残留^[3]。饲料中农药的来源主要是植物饲料原料:一方面是施用农药对杂草、昆虫及其他害虫进行化学控制以提高产量,另一方面是植物从污染环境中的吸收。饲料中残留的农药不能在畜禽体内有效分解而蓄积在畜禽体内,所以农药残留直接影响到肉、蛋、奶等畜禽产品的品质,从而通过食物链传递和蓄积最终危及人类健康。

中国是农药生产和使用大国,农药的使用量居世界首位^[4],农药在控制农作物病虫害、增产创收的同时,也带来污染的问题^[5]。有机氯类农药的化学性质稳定,在环境中残留时间长,易溶于脂肪且在其中蓄积,长期大量使用,是造成环境、食品与饲料污染的主要农药类型,且会通过食物链的传递和聚集导致人畜慢性中毒。我国已于 1983 年全部禁止有机氯农药的生产和使用,近 30 年的禁用控制,有机氯农药污染程度已明显降低^[5]。国际上很多国家如希腊、埃及、西班牙、乌干达等,对饲料残留农药的研究较多^[6-14],大部分调查结果表明,草料和精料中均受到滴滴涕、六六六、五氯硝基苯等有机氯农药不同程度的污染。有机磷农药是一类高效、广谱的杀虫剂、除草剂,广泛用于农业生产中,另外,某些有机磷如敌敌畏会作为驱虫剂添加在饲料中^[15],可随饲料进入畜机体,影响动物性食品的安全^[3],进而危害人体健康。近年来多次对于蔬果

进行有机磷农药检测^[16-19],结果表明,敌敌畏、毒死蜱、甲胺磷、氧化乐果、久效磷、乙拌磷、对硫磷等检出率较高。拟除虫菊酯类因其有广谱、高效、低毒的优势与有机磷、有机氯农药相比效果更好,近年来使用量持续增长。拟除虫菊酯类化合物主要包括高效氟氯氰菊酯、溴氰菊酯、顺式氯氰菊酯和氟氯氰菊酯等。研究显示,拟除虫菊酯类农药对非目标生物具有神经和内分泌是存在干扰和不良影响的^[20-22]。饲料中农药残留问题不容忽视,仅通过更换使用农药是解决不了根本问题的。

近年来,气相色谱-质谱(gas chromatography - mass spectrometry, GC-MS)法应用于饲料、水果、蔬菜和奶制品中农药残留量测定^[23-26]的研究报道越来越多。GC-MS 被广泛应用于复杂组分的分离与鉴定,其具有 GC 的高分辨率和 MS 的高灵敏度,适合于低分子化合物(分子量<1000 U)分析,尤其适合于这类具有挥发性成分农药的分析。本研究使用 GC-MS 测定青绿饲料、玉米秸秆、青贮饲料、精料补充料、苜蓿饲料、牧草和糟头料中六六六(hexachlorocyclohexane, HCH)、滴滴涕(dichlorodiphenyltrichloroethane, DDT)、敌敌畏、五氯硝基苯、毒死蜱、甲拌磷、氟乐灵、乐果、甲胺磷、乙硫磷、马拉硫磷、对硫磷、氟氯氰菊酯、溴氰菊酯、顺式氯氰菊酯等多种农药化合物残留含量。精料补充料由能量饲料、蛋白质饲料、矿物质饲料和部分饲料添加剂组成,成分复杂,而糟头料是经过多重加工后的饲料,所以只对 DDT、HCH、毒死蜱、溴氰菊酯和氟氯氰菊酯等常见、检出率较高的农药进行检测。拟通过上述检测分析,了解当前奶牛饲料中农药残留的相关情况,以期为分析奶牛饲料中农药残留的种类、含量对奶牛的健康、奶制品品质造成的影响,为后续残留监控相关政策的制定提供技术支持。

2 材料与方法

2.1 仪器和试剂

Shimadzu QP2010 Plus GC-MS 气相色谱质谱联用仪(美国 Waters 公司); FW-100 粉碎机(北京市永光明医疗仪器厂); 筛子(杭州市蓝天化验仪器厂); ISO9001 电子天平、

CR22G 高速离心机(日本日立公司); 滤膜(有机系, 北京 PALL 公司)。

乙腈(色谱纯, 美国 Fisher 公司); 氯化钠(分析纯, 北京试剂公司); 甲醇、丙酮(分析纯, 美国 TEDIA 公司); 甲酸(分析纯, 天津福晨化学试剂有限公司); 无水硫酸镁(分析纯, 北京康普汇维科技有限公司); PSA(美国 Agela Technologies 公司)。

2.2 样品来源与制备

样品来自天津、河北、内蒙古、黑龙江、山东、陕西 6 个省、自治区的生产和使用环节的 11 批次青绿饲料、49 批次青贮饲料、33 批次玉米秸秆、34 批次苜蓿饲料, 50 批次精料饲料, 30 批次牧草饲料和 30 批次糟头料。

样品经粉碎机粉碎, 过 20 目筛、混匀、密封、标明标记, 于常温干燥状态下密封保存于低渗透性的自封袋内。

2.3 实验方法

饲料中 DDT、HCH、敌敌畏、五氯硝基苯、毒死蜱、甲拌磷、氟乐灵、甲胺磷、乙硫磷、乐果、马拉硫磷、对硫磷、氟氯氰菊酯、溴氰菊酯、顺式氯氰菊酯残留量的测定方法参照 GB/T 23744-2009^[24]。

3 结果与分析

3.1 方法评价

各种农药的线性方程, 其相关系数 r 在 0.9852~0.9986 之间, 最小线性范围为 0.005~0.200 $\mu\text{g/mL}$, 为氟乐灵, 绝大多数监测农药标准曲线范围为 0.010~0.800 $\mu\text{g/mL}$ 。数据表明, 分离度较好, 均有较宽的线性范围及较好的线性。

按照 2.3 所述方法测得各种农药和加标饲料标准的气相色谱图(图 1A、B、C)。图 1B 和图 1C 中农药标准浓度为 1 mg/L 。

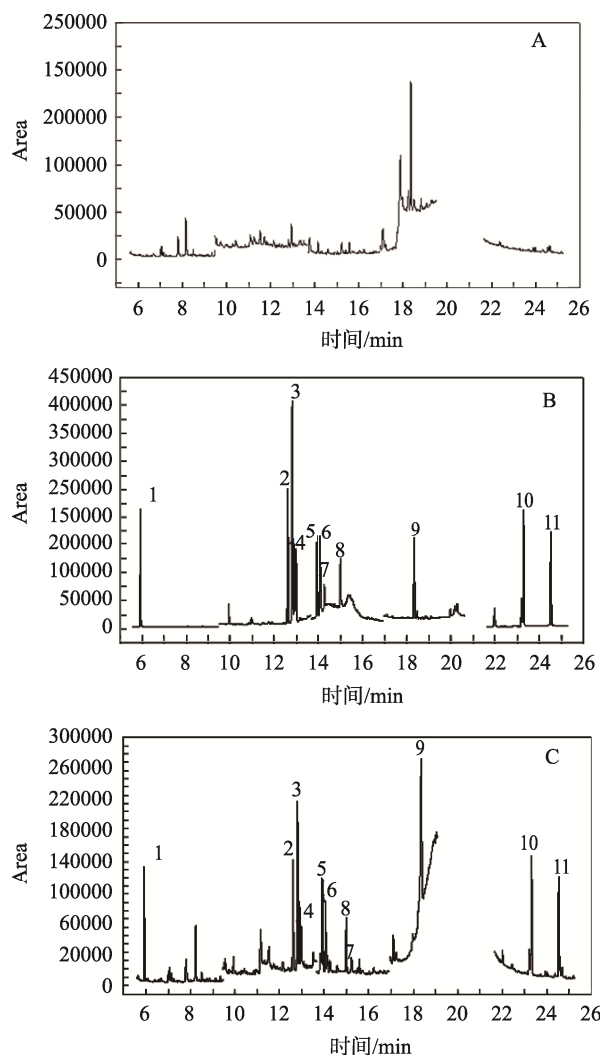
3.2 青绿饲料中农药残留测定结果与分析

青绿饲料中只检出 α -HCH 形式存在的有机氯, 并未检测到 β 、 γ 、 δ -HCH 的残留, p,p' -DDT 和 o,p' -DDT 均有检出, p,p' -DDT 检出率更高。在青绿饲料中检出率大于 50% 的农药有敌敌畏、毒死蜱、DDT, 其中毒死蜱的检出率为 100%。未检出的农药有五氯硝基苯、氟乐灵、甲拌磷(表 1)。

3.3 青贮饲料中农药残留测定结果与分析

青贮饲料中只检出 α -HCH 形式存在的有机氯, 并未检测到 β 、 γ 、 δ -HCH 的残留, p,p' -DDT 和 o,p' -DDT 均有检出, p,p' -DDT 检出率更高为 92.5%。在青贮饲料中检出率大于 50% 的农药有毒死蜱、DDT、氟氯氰菊酯、顺式氯氰菊酯、溴氰菊酯、敌敌畏、乐果、甲胺磷、甲拌磷、马拉硫磷, 其中马拉硫磷的检出率为 100%。未检出的农药有对硫磷、氟乐灵、五氯硝基苯。甲胺磷检出范围为 5.0~6870 $\mu\text{g/kg}$,

马拉硫磷检出范围为 255~1215 $\mu\text{g/kg}$ (表 2)。



注: A: 空白饲料的 GC-MS SIM 谱图; B: 1 $\mu\text{g/mL}$ 农药标准溶液的 GC-MS SIM 谱图; C: 加标饲料(1 $\mu\text{g/mL}$)的 GC-MS SIM 谱图。

1: 敌敌畏; 2: 甲拌磷; 3: 氟乐灵; 4: α -六六六; 5: β -六六六; 6: γ -六六六; 7: 五氯硝基苯; 8: δ -六六六; 9: 毒死蜱; 10: o,p' -DDT; 11: p,p' -DDT。

图 1 饲料中农药的 GC-MS SIM 谱图

Fig.1 The GC-MS SIM spectra of pesticide in feed

3.4 玉米秸秆中农药残留测定结果与分析

玉米秸秆中只检出 α -HCH 形式存在的有机氯, 并未检测到 β 、 γ 、 δ -HCH 的残留, 只检出 p,p' -DDT, 并未检测到 o,p' -DDT 的残留。在玉米秸秆饲料中检出率大于 50% 的农药有毒死蜱、敌敌畏、DDT、氟氯氰菊酯、溴氰菊酯, 其中 DDT、氟氯氰菊酯的检出率为 100%。未检出的农药有五氯硝基苯。有一个样品毒死蜱含量为 1149.0 $\mu\text{g/kg}$, 其余在 25.6~609.3 $\mu\text{g/kg}$ 之间(表 3)。

表 1 青绿饲料农药残留量测定结果
Table 1 Results of pesticide residues in green feed

农药	样品数	检出率/%	检出范围/(μg/kg)
敌敌畏	11	72.7	15.4~192.0
毒死蜱	11	100	33.8~246.3
五氯硝基苯	11	ND	ND
氟乐灵	11	ND	ND
甲拌磷	11	ND	ND
<i>p,p'</i> -DDT	11	72.7	44.3~194.7
<i>o,p'</i> -DDT	11	18.2	27.2~27.5
α -HCH	11	27.3	22.2~41.7
β 、 γ 、 δ -HCH	11	ND	ND

表 2 青贮饲料中农药残留量测定结果
Table 2 Results of pesticide residues of silage feed

农药	样品数	检出率/%	检出范围/(μg/kg)
α -HCH	40	40.0	22.3~198.7
β 、 γ 、 δ -HCH	40	ND	ND
<i>p,p'</i> -DDT	40	92.5	44.4~262.9
<i>o,p'</i> -DDT	40	62.5	21.0~407.1
氟氯氰菊酯	40	67.4	5.0~22.5
甲胺磷	22	86.4	5.0~6870.0
乐果	12	75.0	10.0~240.0
马拉硫磷	12	100	255.0~1215.0
对硫磷	12	ND	ND
顺式氯氰菊酯	22	86.4	5.0~45.0
溴氰菊酯	27	92.6	ND~182.0
五氯硝基苯	40	ND	ND
毒死蜱	40	50.0	180.4~1149.0
敌敌畏	40	87.5	11.7~155.6
甲拌磷	12	58.3	5.0~20.0
氟乐灵	46	ND	ND

表 3 玉米秸秆样品中农药残留量测定结果
Table 3 Results of pesticide residues of maize straw

农药	样品数	检出率/%	检出范围/(μg/kg)
α -HCH	10	20.0	20.7~27.6
β 、 γ 、 δ -HCH	10	ND	ND
<i>p,p'</i> -DDT	10	100	56.4~274.3
<i>o,p'</i> -DDT	10	ND	ND
氟氯氰菊酯	23	100	226.0~327.0
溴氰菊酯	23	82.6	ND~126.0
五氯硝基苯	10	ND	ND
毒死蜱	10	90.0	25.6~1149.0
敌敌畏	33	36.36	11.0~86.4

3.5 苜蓿饲料中农药残留测定结果与分析

苜蓿饲料中只检出 α -HCH 形式存在的有机氯, 并未检测到 β 、 γ 、 δ -HCH 的残留, *p,p'*-DDT 和 *o,p'*-DDT 均有检出, *p,p'*-DDT 检出率更高。在苜蓿饲料中检出率大于 50% 的农药有 DDT、甲胺磷、敌敌畏。未检出的农药有对硫磷、马拉硫磷、顺式氯氰菊酯、溴氰菊酯(表 4)。

表 4 苜蓿饲料中农药残留量测定结果
Table 4 Results of pesticide residues of alfalfa feed

农药	样品数	检出率/%	检出范围/(μg/kg)
α -HCH	10	30.0	22.2~41.7
β 、 γ 、 δ -HCH	10	ND	ND
<i>p,p'</i> -DDT	10	80.0	44.3~194.7
<i>o,p'</i> -DDT	10	20.0	27.2~27.5
对硫磷	12	ND	ND
马拉硫磷	12	ND	ND
乐果	12	25.0	5.0~220.0
甲胺磷	12	50.0	15.0~17.5
顺式氯氰菊酯	12	ND	ND
溴氰菊酯	12	ND	ND
氟氯氰菊酯	12	41.7	20.0~65.0
毒死蜱	34	17.7	7.5~609.3
敌敌畏	34	88.2	15.0~192.0
甲拌磷	12	8.3	5.0

3.6 精料补充料中农药残留测定结果与分析

在精料补充料中检出率大于 50% 的农药有, 氟氯氰菊酯、溴氰菊酯、毒死蜱, 其中氟氯氰菊酯的检出率为 100%。未检出的农药有 DDT、HCH、五氯硝基苯(表 5)。

表 5 精料补充料中农药残留量测定结果
Table 5 Results of pesticide residues of concentrate supplement

农药	样品数	检出率/%	检出范围/(μg/kg)
<i>p,p'</i> -DDT	50	ND	ND
<i>o,p'</i> -DDT	50	ND	ND
α 、 β 、 γ 、 δ -HCH	50	ND	ND
氟氯氰菊酯	12	100	440.0~9328.0
溴氰菊酯	12	91.7	114.0~1478.0
五氯硝基苯	50	ND	ND
毒死蜱	50	88.0	24.8~6069.3
敌敌畏	50	33.3	ND

3.7 牧草中农药残留测定结果与分析

牧草中检出率大于 50% 的农药有甲胺磷、顺式氯氰菊酯、氟氯氰菊酯、马拉硫磷、乐果、敌敌畏、毒死蜱, 其

中敌敌畏的检出率大于 90%。未检出的农药有甲拌磷、对硫磷(表 6)。

表 6 牧草中农药残留量测定结果
Table 6 Results of pesticide residues of forage grass

农药	样品数	检出率/%	检出范围/(μg/kg)
甲胺磷	18	88.9	5.0~297.5
乐果	12	75.0	5.0~185.0
马拉硫磷	12	75.0	5.0~140.0
对硫磷	12	ND	ND
氟氯氰菊酯	18	61.1	10.0~55.0
顺式氯氰菊酯	18	61.1	5.0~45.0
溴氰菊酯	18	16.7	10.0~485.0
甲拌磷	12	ND	ND
敌敌畏	30	90.0	5.0~195.0
毒死蜱	30	70.0	10.0~140.0

3.8 糟头料中农药残留测定结果与分析

糟头料中只检中检出率大于 50%的农药有顺式氯氰菊酯、甲胺磷、敌敌畏, 其中最大检出量不超过 60%。未检出的农药有溴氰菊酯(表 7)。

表 7 糟头料农药残留量测定结果
Table 7 Results of pesticide residues of distiller's grains

农药	样品数	检出率/%	检出范围/(μg/kg)
氟氯氰菊酯	30	20.0	15.0~72.5
顺式氯氰菊酯	30	53.3	7.5~135.0
溴氰菊酯	30	ND	ND
甲胺磷	30	60.0	7.5~1882.5
敌敌畏	30	50.0	7.5~190.0
毒死蜱	30	26.7	17.5~55.0

4 结论与讨论

有机氯六六六(HCH)在土壤中被分解需要 20 年以上, DDT 被降解则需要 30 年之久^[27]。1983 年我国全面禁止有机氯农药的生产和使用, 已经过 30 年的禁用过程, 但有研究表明在北方的北京、青岛、沈阳、梅河口、吉林市五座城市的大气、山东烟台市、湖南省东北部的土壤、辽宁某水库沉积物中 HCH、DDT 的检出率仍较高^[28-31]。其他国家和地区的相关研究显示, 印度的本德尔汗德地区饲料中的 HCH 含量在 10~306 μg/kg 之间, DDT 的含量 16~118 μg/kg 之间^[9]。李世俊等^[32]在奶牛饲料中对 8 中常见的

农药进行残留测定, 在精料饲料中敌百虫、毒死蜱平均残留为 31 μg/kg 以下, 甲胺磷、马拉硫磷和倍硫磷平均残留量超过 92 μg/kg, 其中甲胺磷残留量达到 192 μg/kg; 玉米青贮饲料中马拉硫磷为 264 μg/kg。周泽义^[33]对食品中农药残留污染情况的调查结果显示, 北京市市场蔬菜的有机磷农药残留超标率为 14.1%。

本研究结果显示, 青绿饲料、青贮饲料、玉米秸秆、苜蓿饲料中 HCH 以 α -HCH 形式存在, 未检测到其他异构体, DDT 主要以 p,p' -DDT 形式存在于青绿饲料、青贮饲料、玉米秸秆中。两者在精料补充料中均未检出。HCH 含量在 20~198 μg/kg 之间, DDT 的含量在 20~407 μg/kg 之间。敌敌畏的最大残留量为 195 μg/kg, 在青绿饲料、青贮饲料、苜蓿饲料和牧草中检出率均在 70%以上, 而玉米秸秆和精料补充料中检出率较低, 说明敌敌畏的使用仍需加以控制。毒死蜱在所有奶牛饲料中均有检出。青绿饲料、玉米秸秆、牧草饲料中, 均为未超过最大残留量 5000 μg/kg^[34]。氟氯氰菊酯在玉米饲料和精料补充料中的检出率为 100%, 在青贮饲料和牧草中检出率大于 50%, 部分残留量超过在蔬菜类的最大残留限量 200 μg/kg。溴氰菊酯在青贮饲料、玉米饲料、精料补充料中的检出率均大于 80%, 检出范围为 114~1478 μg/kg, 溴氰菊酯在叶菜类蔬菜中最大残留限量为 500 μg/kg。甲胺磷在青贮饲料、苜蓿饲料、精料补充料和糟头料中均有高的检出率。马拉硫磷在青贮饲料检出率达到 100%。对硫磷、氟乐灵、五氯硝基苯几种农药在不同饲料中的检出率为 0, 可以看出在牧草生长和饲料生产的过程中, 这几种农药的使用控制较好。青贮饲料中检出的农药种类、农药的平均浓度和最大检测值均比玉米秸秆中的农药高, 可能是由于贮藏青贮饲料时消除虫害导致的, 所以在制备青贮饲料时要更加注意农药的使用, 避免饲料再次产生农药二次残留。综合测定结果分析, 饲料中敌敌畏、DDT、毒死蜱、甲胺磷、氟氯溴氰菊酯、溴氰菊酯农药污染情况较严重, 生产中应注意控制使用, 加强相关农药残留分析。

尽管畜产品安全问题得到广泛重视, 我国也已经正式施行相关政策与法规, 控制食品中农药的残留量^[35], 但对饲料中残留农药的重视程度远远不够, 饲料的残留农药会在动物体内蓄积, 对畜产品的质量安全有着直接影响。尽早进行相关研究, 确定农药在饲料的安全限量值, 制定饲料中农药的残留限量标准, 对控制饲料中农药残留对动物的健康影响, 降低畜产品中农药的残留, 有非常重要的意义。

参考文献

[1] 张洁, 史东吉, 王召锋, 等. 我国牛奶安全生产现状及对策[J]. 草业科学, 2017, 34(1): 138-151.
Zhang J, Shi DJ, Wang ZF, et al. Current situation and countermeasures of milk safety in China [J]. Pratacul Sci, 2017, 34(1): 138-151.

- [2] 全球分析网. 2012-2016 年中国乳制品行业投资分析及前景预测报告 [EB/OL]. [2011-12-20]. www.qqfx.com.cn.
Global analysis. Investment analysis and prospect forecast report of China dairy industry in 2012-2016 [EB/OL]. [2011-12-20]. www.qqfx.com.cn
- [3] 边连全. 农药残留对饲料的污染及其对畜产品安全的危害[J]. 饲料工业, 2005, 26(9): 1-5.
Bian LQ. Pollution of pesticide residues on feed and its harm to the safety of livestock products [J]. Feed Ind, 2005, 26(9): 1-5.
- [4] 陈晓雯, 方菁, 周洁. 我国农药使用状况和农药对健康的影响研究[J]. 卫生软科学, 2012, 26(6): 560-562.
Chen XW, Fang J, Zhou J. Research on pesticide use and the impact of pesticides on health in China [J]. Soft Sci Health, 2012, 26(6): 560-562.
- [5] 王冉. 浅谈发展安全牛奶[J]. 中国动物保健, 2002, (4): 51-53.
Wang R. Talking about the development of safe milk [J]. China Anim Health, 2002, (4): 51-53.
- [6] Kampire E, Kiremire BT, Nyanzi SA, *et al.* Organochlorine pesticide in fresh and pasteurized cow's milk from Kampala markets [J]. Chemosphere, 2011, (84): 923-927.
- [7] Nag SK, Raikwar MK. Persistent organochlorine pesticide residues in animal feed [J]. Environ Monit Assess, 2011, (174): 327-335.
- [8] Donia MAA, Abouarab AAK, Enb A, *et al.* Chemical composition of raw milk and the accumulation of pesticide residues in milk products [J]. Global Vet, 2010, 4(1): 6-14.
- [9] Melgar MJ, Santaefemia M, Garc'ia MA. Organophosphorus pesticide residues in raw milk and infant formulas from Spanish northwest [J]. J Environ Sci Health B, 2010, (45): 595-600.
- [10] Tsipakou E, Anagnostopoulos CJ, Liapis K, *et al.* Pesticides residues in milks and feedstuff of farm animals drawn from Greece [J]. Chemosphere, 2010, (80): 504-512.
- [11] Darko G, Acquah SO. Levels of organochlorine pesticides residues in dairy products in Kumasi, Ghana [J]. Chemosphere, 2008, (71): 294-298.
- [12] Nida MS, Rafat A, Hsssein E. Organochlorine pesticide residues in dairy products in Jordan [J]. Chemosphere, 2009, 77: 673-678.
- [13] Nag SK, Raikwar MK. Organochlorine pesticide residues in bovine milk [J]. Bull Environ Contam Toxicol, 2008, (80): 5-9.
- [14] Sharma HR, Kaushik A, Kaushik CP. Pesticide residues in bovine milk from a predominantly agricultural state of Haryana, India [J]. Environ Monit Assess, 2007, 129: 349-357.
- [15] 周国安. 饲料手册[M]. 北京: 中国农业出版社, 2002.
Zhou GA. Feed manual [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2002.
- [16] 李静, 郭武军, 殷超. 气相色谱法测定蔬菜中九种有机磷农药残留量[J]. 粮食流通技术, 2018, (6): 98-99.
Li J, Guo WJ, Yin C. Determination of nine organophosphorus pesticide residues in vegetables by gas chromatography [J]. Grain Distribut Technol, 2018, (6): 98-99.
- [17] 袁荷芳, 徐霞, 余花, 等. 气相色谱-串联质谱法快速测定果蔬中 20 种有机磷农药的残留量[J]. 理化检验(化学分册), 2017, 53(8): 928-932.
Yuan HF, Xu X, Yu H, *et al.* Rapid GC-MS/MS determination of residual amounts of 20 organophosphorus pesticides in fruits and vegetables [J]. Phys Test Chem Anal B, 2017, 53(8): 928-932.
- [18] 左蓓, 秦国富, 李永波. 2014-2017 年西安市蔬菜有机磷农药残留状况调查[J]. 现代预防医学, 2018, 45(22): 48-51.
Zuo B, Qin GF, Li YB. Investigation on organophosphorus pesticide residues in vegetables in Xi'an between 2014 and 2017 [J]. Mod Prev Med, 2018, 45(22): 48-51.
- [19] 钟蛟, 杜凤龄, 杨友聪, 等. 2013-2016 年文山州新鲜蔬菜中含磷有机农药残留量监测结果分析[J]. 食品安全质量检测学报, 2017, 8(10): 117-121.
Zhong J, Du FL, Yang YC, *et al.* Analysis of monitoring data of organophosphorus pesticides residues in fresh vegetables in Wenshan in 2013-2016 [J]. J Food Saf Qual, 2017, 8(10): 117-121.
- [20] Crago J, Schlenk D. The effect of bifenthrin on the dopaminergic pathway in juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) [J]. Aquatic Toxicol, 2015, 162: 66-72.
- [21] Syed F, John PJ, Soni I. Neurodevelopmental consequences of gestational and lactational exposure to pyrethroids in rats [J]. Environ Toxicol, 2016, 31(12): 1761-1770.
- [22] Jin Y, Wang J, Pan X, *et al.* Enantioselective disruption of the endocrine system by cis-bifenthrin in the male mice [J]. Environ Toxicol, 2015, 30(7): 746-754.
- [23] GB/T 19648-2006 水果和蔬菜中 500 种农药及相关化学品的残留量的测定 气相色谱-质谱法[S].
GB/T 19648-2006 Determination of 500 pesticides and related chemicals residues in fruits and vegetables-Gas chromatography-mass spectrometry [S].
- [24] GB/T 23744-2009 饲料中 36 种农药多残留测定 气相色谱-质谱法[S].
GB/T 23744-2009 Multi-residue determination of 36 pesticides in feed-Gas chromatography-mass spectrometry [S].
- [25] NY/T 1379-2007 蔬菜中 334 种农药多残留的测定 气相色谱质谱法和液相色谱质谱法[S].
NY/T 1379-2007 Determination of 334 pesticide residues in vegetables-Gas chromatography-mass spectrometry and liquid chromatography-mass spectrometry [S].
- [26] GB/T 23210-2008 牛奶和奶粉中 511 种农药及相关化学品的残留量的测定 气相色谱-质谱法[S].
GB/T 23210-2008 Determination of 511 pesticides and related chemicals residues in milk and milk powder-Gas chromatography-mass spectrometry [S].
- [27] 章家恩. 我国水稻安全生产存在的问题及对策探讨[J]. 北方水稻, 2007, (4): 1-7.
Zhang JE. Problem and countermeasure of rice safety production in China [J]. North Rice, 2007, (4): 1-7.
- [28] 吴学丽, 朱晓华, 杨永亮, 等. 北方五市近地表大气气溶胶中 POPs 化合物的季节变化[C]. 持久性有机污染物论坛暨持久性有机污染物全国学术研讨会, 2011.
Wu XL, Zhu XH, Yang YL, *et al.* Seasonal variation of POPs compounds in near-surface atmospheric aerosols of five northern cities [C]. Forum on Persistent Organic Pollutants and National Symposium on Persistent Organic Pollutants, 2011.
- [29] 代杰瑞, 张杰, 喻超, 等. 山东烟台市土壤中有机氯农药的残留及来源研究[J]. 地球与环境, 2012, 40(1): 50-56.
Dai JR, Zhang J, Yu C, *et al.* Residues and sources of organochlorine pesticides in soil of Yantai city, Shandong province [J]. Earth Environ, 2012, 40(1): 50-56.
- [30] 张慧, 刘红玉, 张利, 等. 湖南省东北部蔬菜土壤中有机氯农药残留及其组成特征[J]. 农业环境科学学报, 2008, 27(2): 555-559.

- Zhang H, Liu HY, Zhang L, *et al.* Residues of organochlorine pesticides in vegetable soils in northeastern Hunan province and their composition characteristics [J]. J Agro-Environ Sci, 2008, 27(2): 555–559.
- [31] 林田, 秦延文, 张雷, 等. 辽宁大伙房水库沉积物中有机氯农药和多氯联苯的分布、来源及风险评价[J]. 环境科学, 2011, 32(11): 3295–3299.
- Lin T, Qin YW, Zhang L, *et al.* Distribution, source and risk assessment of organochlorine pesticides and polychlorinated biphenyls in sediments of Dahuofang reservoir, Liaoning province [J]. Environ Sci, 2011, 32(11): 3295–3299.
- [32] 李世俊, 邓斌, 李琦华, 等. 不同奶牛饲料中农药残留现状研究[J]. 中国饲料, 2012, (17): 41–42.
- Li SJ, Deng B, Li QH, *et al.* Study on pesticide residues in feeds of different dairy cows [J]. Chin Feed, 2012, (17): 41–42.
- [33] 周泽义, 盖良京. 中国食品中农药残留污染状况[J]. 资源生态环境网络研究动态, 2001, (1): 24–28.
- Zhou ZY, Gai LJ. Pollution of pesticide residues in food in China [J]. Res Trends Resour Eco-environ Network, 2001, (1): 24–28.
- [34] WHO, 2010a. Pesticide residue in food and feed [EB/OL]. <http://www.codexalimentarius.net/pestres/data/pesticides/index.html>.

- [35] GB 2763-2012 食品安全国家标准 食品中农药最大残留限量[S].
- GB 2763-2012 National food safety standard-Maximum residue limit of pesticides in food [S].

(责任编辑: 武英华)

作者简介



吴雨珊, 硕士研究生, 主要研究方向为动物营养与饲料安全。
E-mail: wuyushan51@163.com



李俊, 研究员, 博士, 主要研究方向为饲料加工与质量安全。
E-mail: lijun08@caas.cn

“食品化学与营养”专题征稿函

食品中成分相当复杂, 有些成分是动、植物体内原有的; 有些是在加工过程、储藏期间新产生的; 有些是人为添加的; 有些是原料生产、加工或储藏期间所污染的; 还有的是包装材料带来的。食品营养是指人体从食品中所能获得的满足自身生理需要的必要的生物学过程, 而食品营养学是研究食物、营养与人体生长发育和健康的关系以及提高食品营养价值的措施。食品化学就是从化学的角度和分子水平上研究食品中化学成分的结构、理化性质、营养作用、安全性及可享受性, 以及各种成分在食品生产、食品加工和储藏期间的变化及其对食品营养性、享受性和安全性影响的科学, 为改善食品品质、开发食品新资源、革新食品加工工艺和储运技术、科学调整膳食结构、改进食品包装、加强食品质量与安全控制及提高食品原料加工和综合利用水平奠定理论基础。

鉴于此, 本刊特别策划了“食品化学与营养”专题, 由天津科技大学食品工程与生物技术学院院长 **张民教授** 担任专题主编, 围绕 **食品中的营养成分、微量及添加成分、生理活性成分及以上各成分在食品加工、储藏过程中的次生物质的分离与分析, 食品加工、储藏和运销过程对食品化学成分的影响, 营养与膳食平衡、能量平衡、疾病防治的关系, 食品的营养素强化与功能性食品等方面**或您认为本领域有意义的问题进行论述, 计划在 2019 年 **8 月份出版**。

鉴于您在该领域的成就, 本刊主编 **吴永宁研究员** 及专题主编 **张民教授** 特邀请您为本专题撰写稿件, 以期进一步提升该专题的学术质量和影响力。综述、实验报告、研究论文均可, 请在 **2019 年 7 月 1 日** 前通过网站或 E-mail 投稿。我们将快速处理并优先发表。

感谢您的参与与支持!

投稿方式:

网站: www.chinafoodj.com(请选择**食品化学与营养专题**)

E-mail: jfoodsq@126.com(请注明**食品化学与营养专题**文章)