

噻虫胺在花生中的残留动态及安全性评价

刘同金, 付亚萍, 赵亚, 宋国春, 于建垒*, 李瑞娟*, 门兴元, 李丽莉

(山东省农业科学院植物保护研究所/山东省植物病毒学重点实验室, 山东济南 250100)

摘要 [目的]探讨噻虫胺在花生上的残留特性和安全风险。[方法]通过田间试验及室内检测研究0.1%噻虫胺颗粒剂在花生中的残留降解动态及最终残留量。[结果]0.1%噻虫胺颗粒剂按施药剂量为750、1 125 g(a.i.)/hm²,于花生播种前耕地时施药1次,收获期噻虫胺在花生植株、花生壳、花生仁中的残留量均未检出(残留量<0.02 mg/kg)。[结论]该研究结果为噻虫胺在花生上的安全合理使用提供了理论依据。

关键词 噻虫胺;花生;降解动态;安全性

中图分类号 S481+.8 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2020)09-0158-03

doi:10.3969/j.issn.0517-6611.2020.09.043

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Residue Degradation and Safety Assessment of Clothianidin GR in Peanut

LIU Tong-jin, FU Ya-ping, ZHAO Ya et al (Institute of Plant Protection, Shandong Academy of Agricultural Sciences /Shandong Key Laboratory of Plant Virology, Jinan, Shandong 250100)

Abstract [Objective] To research the residue degradation and safety risk of clothianidin in peanut. [Method] Field experiment and laboratory testing were conducted to reveal residual degradation dynamics and the final residues of clothianidin in peanut. [Result] The final residue tests showed that clothianidin GR 0.1% was used on the soil for one time in the peanut pre-emergence at application dose 750, 1 125 g(a.i.)/hm², clothianidin in the harvested plant, shell, peanut were lower than the limit of quantification (LOQ) of 0.02 mg/kg respectively. [Conclusion] The research provides scientific basis for the rational and safe use of clothianidin in peanut.

Key words Clothianidin; Peanut; Residue dynamics; Safety

噻虫胺(clothianidin),化学名称:(E)-1-(2-氯-1,3-噻唑-5-基甲基)-3-甲基-2-硝基胍,是具有噻唑环的新烟碱类高效安全、高选择性的杀虫剂,具有触杀、胃毒和内吸活性。其广泛用于水稻、蔬菜、果树等作物上蚜虫、叶蝉、蓟马、飞虱等半翅目、鞘翅目、双翅目和某些鳞翅目类害虫的防治^[1-3]。

目前有关噻虫胺的残留检测方法及其在作物上的残留研究较少,冯立志等^[3]采用高效液相色谱-串联质谱测定噻虫胺在小麦中的残留;杨庆喜等^[1]采用 Agilent1290-6460 液相色谱串联三重四级杆质谱仪研究了噻虫胺在水稻和土壤中的残留,而有关噻虫胺在花生中的残留动态及安全性评价尚未见报道。

花生(*Arachis hypogaea* Linn.)是我国重要的经济作物、食用油源和蛋白质源,是净出口农产品和食品工业的理想原料,种植区域广阔。山东是我国花生主产区之一,占全国种植面积的20%。蛴螬是花生最大也是最主要的虫害,严重的地块减产高达40%以上,严重影响了花生的产量和品质^[4-5]。笔者通过山东省、河北省、湖南省2年3地的残留试验,采用 Waters E2695-2489 高效液相色谱仪进行检测分析,研究了0.1%噻虫胺颗粒剂在花生中的降解动态和最终残留,旨在

为噻虫胺在花生上安全、合理使用提供理论依据,为环境安全性评价提供数据基础。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 药剂与试剂。0.1%噻虫胺颗粒剂、噻虫胺标准品(99.2%)、乙腈(色谱纯)、甲醇(色谱纯),二氯甲烷、丙酮、正己烷、石油醚为分析纯,纯净水。

1.1.2 仪器。Waters E2695-2489 高效液相色谱仪-紫外检测器;超声波清洗仪、旋转蒸发仪(IKA)、小型粉碎机、250 mL 分液漏斗、250 mL 平底烧瓶、电子天平、精密移液枪以及其他实验室常用仪器设备。

1.2 田间试验方法 参照农业部农药检定所的《农药残留试验准则》^[6]与《农药登记残留田间试验标准操作规程》^[7],于2016—2017年在山东省、河北省、湖南省3地进行0.1%噻虫胺颗粒剂的降解动态和最终残留试验。

1.2.1 降解动态试验。选择未施用过噻虫胺的花生田划区,小区面积30 m²,顺序排列,重复3次。0.1%噻虫胺颗粒剂1 125 g(a.i.)/hm²,在花生播种前耕地时施药。花生出苗后(2片真叶)开始第一次取样,以后每间隔5 d取样一次,共取5次。在试验小区内随机多点采集花生茎叶约100枝(不少于1 kg)生长正常、无病害的花生茎叶,去根、切碎,并于不锈钢盆中混匀,四分法缩分,分取250 g样品,装入样本容器中,粘好标签,立即放于-20℃冰箱中保存,待测^[8]。

1.2.2 最终残留量试验。选择未施用过噻虫胺的花生田划区,设2个施药剂量,低剂量750 g(a.i.)/hm²和高剂量1 125 g(a.i.)/hm²,在花生播种前耕地时施药。小区面积30 m²,顺序排列,重复3次,收获期分别采集花生植株及花生果样品,另设空白对照,处理间设保护带。

基金项目 国家重点研发计划项目“化学农药在我国不同种植体系的归趋特征与限量标准”(2016YFD0200200);山东省现代农业产业体系花生产业创新团队建设项目(SDAIT-04-07);山东省农业科学院农业科技创新工程项目(CXGC2016A09)。

作者简介 刘同金(1973—),男,山东莱芜人,研究员,从事农药残留分析、农药安全使用及植物保护研究。*通信作者:于建垒,研究员,从事农药污染控制及农药残留分析研究;李瑞娟,副研究员,从事农药残留分析研究。

收稿日期 2019-09-09;修回日期 2019-10-07

花生果样本的采集:在小区中用随机多点方法采样。用铁锹挖出花生,每次每小区采摘生长正常、无病害、新鲜的带壳花生 2 kg,装入样本容器中,粘好标签,放于-20 ℃冰箱中保存,待测^[4]。

花生植株样本的采集:在试验小区内用随机多点的方式采样,每次每小区采集花生植株 1 kg,装入样本容器中,粘好标签,放于-20 ℃冰箱中保存,待测^[8]。

1.3 分析方法

1.3.1 样品提取、净化。

1.3.1.1 噻虫胺在花生植株和花生壳中的提取、净化方法。称取 5 g 处理好的样品,加入甲醇/水(50/50, V/V) 50 mL 浸泡 20 min,超声波提取 20 min,过滤于锥形瓶中,再加 50 mL 甲醇/水(50/50, V/V)超声波提取 20 min,合并滤液,取 50 mL 滤液于分液漏斗,加入 30 mL 二氯甲烷液液分配(重复 3 次),取下层二氯甲烷相于平底烧瓶中,浓缩近干。加入 1 mL 丙酮溶解残渣,待残渣完全溶解后,加入 9 mL 正己烷混匀,待净化。

将 Carb 柱和弗罗里硅土小柱串联,Carb 柱在上,用 5 mL 正己烷预淋,将待净化液上柱,弃去,用 15 mL 丙酮/正己烷(50/50, V/V)淋洗,收集。在 50 ℃下浓缩至近干,用甲醇/水(3/7, V/V)定容至 2.5 mL,待测^[9]。

1.3.1.2 噻虫胺在花生仁中的提取、净化方法。称取粉碎的花生仁样品 5.0 g,加入 20 mL 乙腈浸泡 20 min,超声波提取 20 min,过滤于分液漏斗中,加入 10 mL 石油醚液液分配(重复 3 次),取下层乙腈相于圆底烧瓶中,浓缩近干。加入 1 mL 丙酮溶解残渣,待残渣完全溶解后,加入 9 mL 正己烷混匀,待净化。

将 Carb 柱和弗罗里硅土小柱串联,Carb 柱在上,用 5 mL 正己烷预淋,将待净化液上柱,弃去,用 15 mL 丙酮/正己烷(50/50, V/V)淋洗,收集。在 50 ℃下浓缩至近干,用甲醇/水(3/7, V/V)定容至 5 mL,待测。

1.3.2 仪器条件。Waters E2695-2489 高效液相色谱仪-紫外检测器,波长:265 nm,色谱柱:ODSC₁₈, 250 mm×4.6 mm,柱

温:30 ℃,流速:1.2 mL/min,进样量:20 μL。流动相见表 1。

表 1 流动相

Table 1 Mobile phase

时间 Time//min	流速 Flow rate mL/min	水(A) Water//%	甲醇(B) Methanol//%
开始 Initial	1.2	90	10
15.0	1.2	75	25
20.0	1.2	70	30
25.0	1.2	70	30
25.1	1.2	10	90
45.0	1.2	10	90
45.1	1.2	90	10
55.0	1.2	90	10

1.3.3 标准曲线。用噻虫胺标准品配 5 个不同浓度的样品,在上述条件下绘制标准曲线,噻虫胺进样量在 $2 \times 10^{-11} \sim 5 \times 10^{-9}$ g 时有良好的线性关系,直线回归式为 $y = 790\ 655x + 32\ 449$, $R^2 = 0.998\ 7$,其中, y 为峰面积响应值, x 为进样量(ng)。说明在一定范围内噻虫胺的峰面积响应值和进样量有良好的线性关系(图 1)。

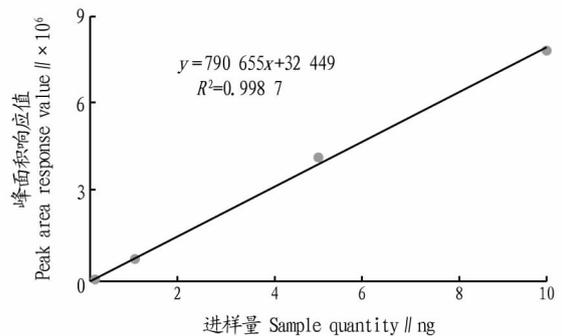


图 1 噻虫胺标准曲线

Fig. 1 The standard curve of clothianidin

1.3.4 方法灵敏度、准确度及精密度。在上述色谱条件下,噻虫胺最小检出量为 4×10^{-10} g。噻虫胺在花生植株、花生壳、花生仁中的最低检出浓度为 0.02 mg/kg。说明该方法有较好的灵敏度。

表 2 噻虫胺在花生植株、花生壳和花生仁中添加回收率

Table 2 Recovery rate of clothianidin in the plant, shell and peanut

基质 Matrix	添加浓度 Fortified level mg/kg	回收率 Recovery rate//%					平均值 Average %	标准偏差 Relative standard deviation//%
		1	2	3	4	5		
植株 Plant	0.02	87	88	89	92	92	90	2.60
	0.2	94	91	91	91	93	92	1.50
	5	97	97	99	99	98	98	1.00
花生壳 Shell	0.02	88	88	86	90	88	88	1.60
	0.2	91	92	87	88	94	90	3.20
	5	99	98	98	98	98	98	0.46
花生仁 Peanut	0.02	99	95	96	88	93	94	4.30
	0.2	84	82	81	83	84	83	1.60
	5	98	98	98	99	100	99	0.91

准确度及精密度用添加回收率和标准偏差来表示。在空白的花生植株、花生壳及花生仁中添加 0.02、0.2、5 mg/kg 的噻虫胺标准溶液,每个浓度重复 5 次,用上述分析方法测定回收率。由表 2 可知,噻虫胺在花生植株中的添加回收率为 90%~

98%,相对标准偏差为 1.0%~2.6%;在花生壳中的回收率为 88%~98%,相对标准偏差为 0.46%~3.20%;在花生仁中的回收率为 83%~99%,相对标准偏差为 0.91%~4.30%。说明该方法有较好的准确度及精密度,符合农药残留检测要求^[10-11]。

2 结果与分析

2.1 残留消解动态 2016—2017年在山东、河北、湖南进行了0.1%噻虫胺颗粒剂在花生植株中的残留消解规律试验,消解规律符合一级动力学方程式 $C_t = C_0 e^{-kt}$, 式中, C_t 为施药后间隔的残留农药浓度, C_0 为药后原始沉积量, k 为消解速

率常数, t 为药后天数^[12-13]。2年3地试验结果表明,0.1%噻虫胺颗粒剂 1 125 g(a. i.)/hm²(制剂 1 125 kg/hm²),在花生播种前耕地时施药一次,于植株出苗后两叶期开始第一次取样,以后每隔 5 d 取一次,共取 5 次,5 次所取样品噻虫胺残留量均未检出(<0.02 mg/kg),半衰期无法计算(表 3)。

表 3 花生植株中噻虫胺的消解动态

Table 3 Degradation dynamics of clothianidin in the peanut plant

采样次数 Sampling frequency	2016年						2017年					
	山东省 Shandong Province		河北省 Hebei Province		湖南省 Hunan Province		山东省 Shandong Province		河北省 Hebei Province		湖南省 Hunan Province	
	残留量 Residual quantity mg/kg	消解率 Digestion rate %										
1	<0.02	—	<0.02	—	<0.02	—	<0.02	—	<0.02	—	<0.02	—
2	<0.02	—	<0.02	—	<0.02	—	<0.02	—	<0.02	—	<0.02	—
3	<0.02	—	<0.02	—	<0.02	—	<0.02	—	<0.02	—	<0.02	—
4	<0.02	—	<0.02	—	<0.02	—	<0.02	—	<0.02	—	<0.02	—
5	<0.02	—	<0.02	—	<0.02	—	<0.02	—	<0.02	—	<0.02	—

2.2 最终残留量 由表 4~6 可知,0.1%噻虫胺颗粒剂,用药量 750、1 125 g(a. i.)/hm²,在花生播种前耕地时施药 1 次,收获的花生植株、花生壳和花生仁中噻虫胺的残留量均未检出,对照区样品均未检出(<0.02 mg/kg)。

表 4 花生植株中噻虫胺的最终残留量

Table 4 Final residues of clothianidin in the plant

地点 Place	年份 Year	剂量 Dose g(a. i.)/hm ²	残留量 Residues//mg/kg			
			1	2	3	平均 Average
山东省 Shandong Province	2016	750	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
		1 125	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
	2017	750	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
		1 125	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
河北省 Hebei Province	2016	750	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
		1 125	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
	2017	750	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
		1 125	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
湖南省 Hunan Province	2016	750	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
		1 125	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
	2017	750	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
		1 125	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02

表 5 花生壳中噻虫胺的最终残留量

Table 5 Final residues of clothianidin in the shell

地点 Place	年份 Year	剂量 Dose g(a. i.)/hm ²	残留量 Residues//mg/kg			
			1	2	3	平均 Average
山东省 Shandong Province	2016	750	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
		1 125	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
	2017	750	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
		1 125	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
河北省 Hebei Province	2016	750	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
		1 125	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
	2017	750	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
		1 125	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
湖南省 Hunan Province	2016	750	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
		1 125	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
	2017	750	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
		1 125	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02

表 6 花生仁中噻虫胺的最终残留量

Table 6 Final residues of clothianidin in the peanut

地点 Place	年份 Year	剂量 Dose g(a. i.)/hm ²	残留量 Residues//mg/kg			
			1	2	3	平均 Average
山东省 Shandong Province	2016	750	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
		1 125	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
	2017	750	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
		1 125	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
河北省 Hebei Province	2016	750	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
		1 125	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
	2017	750	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
		1 125	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
湖南省 Hunan Province	2016	750	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
		1 125	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
	2017	750	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
		1 125	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02

3 结论与讨论

在“1.3.2”检测条件下,噻虫胺进样量在 $2 \times 10^{-11} \sim 5 \times 10^{-9}$ g,线性关系良好。噻虫胺的最小检出量为 4×10^{-10} g。噻虫胺在花生植株、花生壳、花生仁中的最低检出浓度为 0.02 mg/kg。该方法有较好的灵敏度,符合农药残留检测要求。

0.1%噻虫胺颗粒剂在花生植株中的残留消解规律试验表明,噻虫胺在花生植株中的残留量均未检出(<0.02 mg/kg),半衰期无法计算。

我国尚未制定噻虫胺在花生上的最大残留限量(MRL),欧盟规定噻虫胺在花生上的最大残留限量为 0.02 mg/kg。噻虫胺以 0.02 mg/kg 为依据,0.1%噻虫胺颗粒剂,用药量 750~1 125 g(a. i.)/hm²,在花生播种前耕地时施药 1 次,收获的花生植株、花生壳、花生仁中噻虫胺的残留量均未检出(<0.02 mg/kg)。因此,0.1%噻虫胺颗粒剂用于防治花生地蚜蝻,最高制剂用药量 750 kg/hm²[有效成分 750 g(a. i.)/hm²],在花生播种前耕地时施药 1 次,是安全的。

参考文献

[1] 杨庆喜,刘娜,程功,等.噻虫胺在水稻和土壤中的残留及消解动态[J].农药,2018,57(5):343-346,358.

(下转第 166 页)

3 讨论

3.1 人工种草对西藏畜牧业发展的重要性 西藏畜牧业发展一直以来都受到农作物秸秆和天然草地饲草供给不足的限制。近几年,在西藏自治区政府草原生态保护补助绩效考评奖励机制和出台的《西藏自治区关于加快推进饲草料产业发展的指导意见》等一系列措施的引导下,人工种草面积逐步增加,畜牧业发展有了起色,初步打破了畜牧业发展的瓶颈,人工种草的重要性初显^[15]。但人工种草的规模化、产业化、市场化程度还不够高,效益还未充分发挥,畜产品供给不足的难题依然存在,需要在饲草新品种选育、新技术应用、加工和储运水平等能力的不断提升下,优化产业布局,促进饲草产业持续稳定发展。推动形成“种好草,养好畜,护好地”的发展格局。

3.2 燕麦在西藏饲草生产中的关键性 燕麦耐寒、耐旱,植株高大,株高普遍在1 m以上,相比在西藏大面积推广种植的其他饲草作物,具有适应性强、稳产高产性好的特点。在西藏水热条件较好的地区,表现好的燕麦品种一年可刈割3~4次,年产饲草干草15 000~30 000 kg/hm²;相比饲草玉米,燕麦种植简单,管理粗放,耐瘠薄;相比披碱草、早熟禾等其他禾本科牧草,其叶量大,茎秆肉质好,营养物质丰富,产草量是它们的10倍以上^[16]。多吉顿珠^[17]研究表明,燕麦是西藏高寒半干旱地区人工草地中普遍种植的牧草作物,是优质的饲料。但因西藏各地自然条件差异较大,不同地域应选择适宜的品种。

3.3 人工草地增施有机肥的必要性 本着遵循“不与粮争地,突出生态环境保护和治理”的原则,西藏人工草地所选择的一般都是弃耕地、荒地、退化草地甚至沙地等自然条件、基础条件较差的地块,本身生产能力低下^[18]。有机肥可以通过降低土壤养分释放速率,增加土壤有机质,从而改良土壤^[19]。有机肥还具有维持地力、提高土壤微生物活性的作用。因此,通过增施有机肥改良土壤,对人工草地生产条件的改善是极为必要的。

4 结论

在基施同等量化肥的情况下,增施有机肥有利于增加燕麦的株高,株高的增加量与增施有机肥的量成正比。减少化肥,增施有机肥可以提高燕麦的分蘖数、成穗数和千粒重,增施50%有机肥的千粒重最高,为30.41 g,比施用常规化肥的千粒重26.79 g高13.51%。

增施有机肥对燕麦总生物产量的影响较小;在化肥用量减少30%的情况下,增施有机肥可以增加燕麦籽粒和秸秆产量,且对籽粒产量的增加更为明显。增施50%有机肥处理的籽粒产量最高,为3 513.15 kg/hm²,而常规化肥的处理的秸秆产量(干草)最高,为17 515.95 kg/hm²。

对于燕麦而言,增施有机肥的过程存在累计效应,这种现象可能在其他作物中同样存在,其影响机理需进一步深入研究。

参考文献

- [1] 尼玛顿珠. 西藏畜牧业发展现状及思路[J]. 农民致富之友, 2016(24): 259.
- [2] 余成群, 郭万军. 西藏高寒草地主要类型生态环境现状及恢复对策[J]. 西藏科技, 2003(2): 34-35, 38.
- [3] 赵好信. 西藏草地退化现状成因及改良对策[J]. 西藏科技, 2007(2): 48-51.
- [4] 马金英, 鲍宇红, 夏晨阳, 等. 西藏牦牛养殖现状、存在问题与发展对策研究[J]. 中国牛业科学, 2014, 40(1): 71-74.
- [5] 宋国英, 杨素涛, 孙全平. 高海拔地区引种燕麦栽培试验研究[J]. 西藏农业科技, 2017, 39(4): 5-10.
- [6] 秦爱琼. 西藏阿里高寒地区燕麦引种栽培试验[J]. 西藏农业科技, 2018, 40(4): 19-22.
- [7] 张光雨, 王江伟, 张豪睿, 等. 西藏日喀则地区8个引进燕麦品种的生产性能和营养品质比较[J]. 草业科学, 2019, 36(4): 1117-1125.
- [8] 刘海. 有机肥与化肥配施对作物产量和紫色土肥力的影响[D]. 重庆: 西南大学, 2010: 5-8.
- [9] 张晶, 张定一, 王丽, 等. 不同有机肥和氮磷组合对旱地小麦的增产机理研究[J]. 植物营养与肥料学报, 2017, 23(1): 238-243.
- [10] SINGH M, SAMMI REDDY K, SINGH V P, et al. Rupa. Phosphorus availability to rice (*Oryza sativa* L.)-wheat (*Triticum estivum* L.) in a Vertisol after eight years of inorganic and organic fertilizer additions[J]. Bioresource technology, 2007, 98: 1474-1481.
- [11] 苟贤玉, 王浩, 杨宜生, 等. 有机肥部分替代化肥对水稻的产量、品质影响试验初报[J]. 科学种养, 2017(5): 29-31.
- [12] MOE K, MOH S M, HTWE A Z, et al. Effects of integrated organic and inorganic fertilizers on yield and growth parameters of rice varieties[J]. Rice science, 2019, 26(5): 309-318.
- [13] 田昌, 彭建伟, 宋海星, 等. 有机肥化肥配施对冬油菜养分吸收、籽粒产量和品质的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2012(4): 70-74.
- [14] 周芸, 李永梅, 范茂攀, 等. 有机肥等氮替代化肥对红壤团聚体及玉米产量和品质的影响[J]. 作物杂志, 2019(4): 125-132.
- [15] 龙会琴. 西藏实施人工种草综述: 惠农利民 绿野千里[EB/OL]. (2017-10-05) [2019-05-07]. http://www.xizang.gov.cn/xwzx/ztl/hbdc/mtjj/201710/t20171005_145456.html.
- [16] 金涛, 尼玛扎西. 西藏农区饲草生产技术研究[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2011: 109-114.
- [17] 多吉顿珠. 高寒半干旱地区人工草地建设存在问题及对策: 以西藏那曲地区为例[J]. 安徽农业科学, 2016, 44(5): 63-64, 67.
- [18] “发展饲用作物 调整种植业结构 促进西南农区草食畜牧业发展战略研究”项目组. 发展饲用作物 调整种植业结构 促进西南农区草食畜牧业发展战略研究[M]. 北京: 科学出版社, 2015: 201-209.
- [19] MARTEY E. Welfare effect of organic fertilizer use in Ghana[J/OL]. Heliyon, 2018, 4(10) [2019-05-08]. <https://doi-org/10.1016/j.heliyon.2018.e00844>.

(上接第160页)

- [2] 王洪涛, 姜法祥, 衣先家, 等. 48%噻虫胺悬浮剂对韭蛆的田间防效及安全性评价[J]. 安徽农业科学, 2018, 46(35): 146-148, 210.
- [3] 冯义志, 潘金菊, 齐晓雪, 等. 高效液相色谱-串联质谱检测小麦中噻虫胺残留量[J]. 现代农药, 2019, 18(1): 34-36.
- [4] 刘同金, 李瑞娟, 宋国春, 等. 异甲·特丁净乳油在花生和土壤中的残留动态及安全性评价[J]. 安徽农业科学, 2018, 46(3): 113-116, 119.
- [5] 刘文静, 潘藏. 福建省花生营养成分评价及其食品品质灰色关联法分析[J]. 安徽农业科学, 2016, 44(22): 88-92.
- [6] 中华人民共和国农业部. 农药残留试验准则: NY/T 788—2004[S]. 北京: 中国农业出版社, 2004.
- [7] 农业部农药检定所. 农药登记残留田间试验标准操作规程[S]. 北京: 中国标准出版社, 2007.
- [8] 刘英伟, 刘同金, 田伟. 氟酰胺在花生和土壤中的残留行为及安全使用评价[J]. 山东农业科学, 2015, 47(10): 106-111.
- [9] 朱峰, 曾雪, 陈明贵, 等. 噻虫胺在马铃薯上的残留及消解动态研究[J]. 现代农药, 2019, 18(4): 45-47.
- [10] 农业部农药检定所. 农药残留量实用检测方法手册: 第3卷[M]. 北京: 中国农业出版社, 2005.
- [11] 刘同金, 李瑞娟, 宋国春, 等. 吡虫啉在花生田环境中的残留行为及安全评价[J]. 湖北农业科学, 2018, 57(16): 57-61, 65.
- [12] LI R J, LIU T J, CUI S H, et al. Residue behaviors and dietary risk assessment of dinotefuran and its metabolites in *Oryza sativa* by a new HPLC-MS/MS method[J]. Food chemistry, 2017, 235: 188-193.
- [13] 刘同金, 李瑞娟, 门兴元, 等. 烟嘧·辛酰溴油悬浮剂在玉米和土壤中的残留及安全使用评价[J]. 山东农业科学, 2019, 51(6): 144-149.