

气相色谱仪检测土壤中有机氯农药条件优化研究

许延霞, 瞿士鹏, 王 琴, 梅兴天

(甘肃省金昌生态环境监测中心, 甘肃 金昌 737100)

摘要: 土壤是农药的主要载体, 有机氯农药具有高毒、难降解、蓄积性等特性, 其残留会通过各种方式进行持续累积、扩散, 从而对农产品造成残留, 为了保障土地使用安全、粮食安全, 采用气相色谱法检测土壤样品中有机氯农药(α -六六六、 β -六六六、 γ -六六六、 δ -六六六、O, P'-DDT、P, P'-DDE、P, P'-DDT、P, P'-DDD、百菌清、环氧七氯)的残留量, 对土壤样品的前处理方法进行了优化。土壤样品用乙腈振荡提取, 在旋转蒸发仪上在水浴温度为 40 °C 下旋转浓缩至约 2 mL 左右, 取出后在氮吹仪上吹至近干, 在优化的气相色谱条件下对土壤样品进行检测。结果表明, 实际土壤样品均未检出, 在 0.2、0.4、0.6 $\mu\text{g/mL}$ 添加水平下, 加标回收率为 71.2%~121.2%, 相对标准偏差为 1.2%~12.3%, 方法检出限为 0.28~0.95 $\mu\text{g/kg}$ 。

关键词: 气相色谱; 土壤; 有机氯农药; 优化

中图分类号: TP216

文献标志码: A

文章编号: 1001-1463(2022)07-0064-06

doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2022.07.015

Study on Condition Optimization for Detecting Soil Organochlorine Pesticides Using Gas Chromatograph

XU Yanxia, QU Shipeng, WANG Qin, MEI Xingtian

(Ecological Environment Monitoring Centre of Jinchang, Gansu Province, Jinchang Gansu 737100, China)

Abstract: Soil is the main media of pesticides. Organochlorine pesticides possess the characters of high toxicity, degradation difficulty and accumulation, the pesticide residues would continue to accumulate and spread through various ways, resulting in residues in agricultural products. In order to ensure food safety and the safety of land use, the residual levels of 10 organochlorine pesticides(α -6666, β -6666, γ -6666, δ -6666, O, P'-DDT, P, P'-DDE, P, P'-DDT, P, P'-DDD, chlorothalonil and heptachloride) in soil samples were determined by gas chromatography. Pre-treatment method of the soil samples was optimized, the soil samples were extracted with acetonitrile by oscillation and concentrated to about 2 mL with water bath temperature of 40 °C on a rotary evaporator. After extraction, the soil samples were blown to nearly dry on a nitrogen blower. The soil samples were then detected under optimized gas chromatography conditions. Results showed that pesticide residues in soil samples of this study were not detected, at the added levels of 0.2 $\mu\text{g/L}$, 0.4 $\mu\text{g/L}$ and 0.6 $\mu\text{g/mL}$, sample recovery rates were between 71.2% to 121.2%, relative standard deviations were between 1.2% to 12.3%, and the method detection limits were between 0.28 to 0.95 $\mu\text{g/kg}$.

Key words: Gas chromatography; Soil; Organochlorine pesticide; Optimization

在我国, 六六六、滴滴涕等有机氯农药在追求农作物高产量的时代起到重要的作用, 做出过的重要贡献。由于其具有高毒、难降解、蓄积性等特性^[1], 已在 1983 年被禁用。但由于有机氯农药的特性作用使得部分农药进入土壤环境^[2], 而土壤是农药的主要载体, 其残留的有机氯农药会通过各种方式进行持续累积、扩散^[3], 从而对农产品造成残留^[4], 影响人体健康^[5]。在此状况下, 对有机氯农药残留量进行分析监测具有重要的意义^[6]。

α -六六六、 β -六六六、 γ -六六六、 δ -六六六、O, P'-DDT、P, P'-DDE、P, P'-DDT、P, P'

-DDD、环氧七氯和百菌清残留量的测定方法有高效液相色谱法、气相色谱法和质谱法等^[7-8]。关于有机氯农药残留的检测方法国内外均有报道。马健生等^[9]用气相色谱法对土壤样品中的多种有机氯农药进行了分析检测, 结果发现该方法快捷、准确度高和精密度高, 能够适用于土壤中有机氯污染物的分析检测。为了科学使用农药防治病虫害, 保障土地使用安全、粮食安全, 我们采用气相色谱法检测分析了金昌市永昌县有机氯农药 α -六六六、 β -六六六、 γ -六六六、 δ -六六六、O, P'-DDT、P, P'-DDE、P, P'-DDT、P, P'

收稿日期: 2022-01-25; 修订日期: 2022-03-11

作者简介: 许延霞(1985—), 女, 甘肃金昌人, 工程师, 硕士, 主要从事环境监测质量管理工作。联系电话: (0)18189454446。Email: 372022093@qq.com。

DDD、百菌清、环氧七氯的残留量,对土壤样品的前处理进行了方法优化,在优化的气相色谱条件下对土壤样品进行了检测,现报道如下。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 供试农药样品 供试有机氯农药分别是 α -六六六、 β -六六六、 γ -六六六、 δ -六六六、O, P'-DDT、P, P'-DDT、P, P'-DDE、P, P'-DDD, 百菌清、环氧七氯(环氧七氯A和环氧七氯B)的标准品,均购于生态环境部标准样品研究所。环氧七氯在分析时标准溶液分为环氧七氯A和环氧七氯B。计算检出限时,报检出限高的值,实际样品分析中,报最高值。

1.1.2 土壤样品 选取永昌县农村已种植过辣椒的农田混合土壤作为研究对象。共采集4份土样,将土壤样品风干,除去杂物,筛研细磨,制成60目(孔径0.25 mm)的土样,贴标签,装入棕色玻璃瓶用于农药或有机质备用分析。

1.1.3 仪器与试剂 仪器:气相色谱仪[Agilent 7890A型,美国Agilent公司,气相色谱-电子捕获检测器(GC-ECD)]、数控旋转蒸发仪(Hei-VAP Advantage ML/HB/G)、氮吹仪(N-EVAPTM111, Organomation Associates, Inc)、振荡器(TTL-800型萃取净化振荡器)、自动萃取装置(MMV-1000W萃取振荡仪)、离心机(TGL20M台式高速冷冻离心机)。

试剂:正己烷(Hexane)、丙酮(Acetone)、二氯甲烷(Dichloromethane)、乙腈(Acetonitrile)。均为进口,农残级色谱纯;无水硫酸钠(马弗炉400℃烘4h,优级纯)、氯化钠(马弗炉400℃烘4h,优级纯)。

1.2 土壤样品前处理优化

1.2.1 气相色谱分析条件优化 色谱柱:DB-5MS, 30 m × 0.25 mm × 0.25 μ m。色谱条件:进样口温度为250℃,进样量为1 μ L,载气为纯度大于99.999%的高纯氮气,载气流量为2.0 mL/min。色谱柱升温程序:初始温度45℃,保持6min,以25℃/min升温至240℃,保持20min;ECD检测器温度280℃,尾吹流量30 mL/min。进样方式:不分流方式,为双塔自动进样器进样。

1.2.2 标准曲线建立 配制有机氯标准溶液:包括有机氯农药(α -六六六、 β -六六六、 γ -六六六、

δ -六六六、O, P'-DDT、P, P'-DDE、P, P'-DDT、P, P'-DDD)混合标准溶液(溶液①)和环氧七氯(A)(溶液②)、环氧七氯(B)(溶液③)以及百菌清(溶液④)的单标溶液,取溶液①、溶液②、溶液③、溶液④(浓度均为100 μ g/mL)各100 μ L分别置于4个1 mL的容量瓶中,正己烷定容后得到有机氯农药单标溶液(溶液⑤、溶液⑥、溶液⑦、溶液⑧),质量浓度均为10.00 μ g/mL,然后分别取100 μ L的(溶液⑤、溶液⑥、溶液⑦、溶液⑧)单标溶液置于1个1 mL的容量瓶中,用正己烷定容后得到最终所需试验浓度的混标溶液(溶液⑨),质量浓度为1.0 μ g/mL。将 α -六六六、 β -六六六、 γ -六六六、 δ -六六六、O, P'-DDT、P, P'-DDT、P, P'-DDE、P, P'-DDD等有机氯混合标准溶液和环氧七氯(A)及环氧七氯(B)、百菌清标准溶液,分别用正己烷做空白,制备6个浓度系列(分别为5.0, 10.0, 20.0, 50.0, 100.0, 200.0 μ g/L)。以横坐标为标准液浓度(x),以纵坐标为峰面积(y),制作标准曲线,得到曲线回归方程($y=bx+a$)。

1.2.3 提取剂的选择 以乙腈、丙酮、二氯甲烷为提取剂,分别提取土壤样品中的 α -六六六、 β -六六六、 γ -六六六、 δ -六六六、P, P'-DDT、O, P'-DDT、P, P'-DDD、P, P'-DDE、百菌清和环氧七氯,分别比较丙酮、二氯甲烷、乙腈3种提取剂对有机氯农药的提取效果。

1.2.4 旋转蒸发温度对加标回收率的影响 旋转蒸发仪的水浴温度分别设定为36、40、45℃,测定在不同的水浴温度下的土壤回收率和旋转蒸发率。

加标回收率 = (加标试样测定值 - 试样测定) / 加标量 × 100%

1.2.5 氮吹时氮气的流速对加标回收率的影响 用氮吹仪氮吹的过程中,对氮气的流速大小进行设定,在液体面上气体分别吹出深2、4 mm的水涡时,寻求加标回收率达到最佳效果时的效率。

1.3 优化条件下气相色谱法检测有机氯农药的灵敏性

1.3.1 有机氯农药的检出限 根据美国环保局(EPA)SW-846规定的方法^[10],确定检出限(MDL),即检出限 = $S \times t_{(n-1, 0.99)}$,连续分析7个样品,在99%的置信区间下, $t_{6, 0.99} = 3.143$, S为平

行测定的标准偏差, n 为重复测定的 7 个样品数。取 10 个空白土壤样 20 g, 分别加入标准溶液 20 mL 并含有内标物, 浓度为 1 ug/L, 重复测定 7 次。

1.3.2 气相色谱法检测方法的精密度和准确度 在选定的质谱条件下, 根据《农田土壤环境质量检测技术规范》(NY/T395—2012), 在进行平行双样分析时, 每批实际样品分析时均需做 10%~15% 的精密度测试, 即平行双样的检测, 5 个样品以下, 需增加到 50% 以上。均对 4 个样品进行了平行测定。在选定的质谱条件下, 根据《农田土壤环境质量检测技术规范》(NY/T395—2012), 在实际样品分析中, 需要抽取 10%~20% 的样品对准确度测试, 即进行加标回收率检测, 因样品数量不足 10 个, 对分析条件进行优化分析, 对所有样品进行了加标回收测定。

1.4 采用优化条件下的气相色谱法检测土壤样品

称取(20 g ± 0.1 g)土壤样品 4 个, 分别将土壤样品放于 250 mL 称量瓶中, 粗量加入 10 mL 的水, 用振荡器振荡均匀后, 加入 40 mL 的乙腈并充分摇匀, 之后浸泡约 6 h 后, 再振荡提取 35 min,

将泥浆溶液充分倒入离心管中, 在转速为 4 000 r/min 下离心 15 min, 取出将上清液过滤到装有约 6.0 g 氯化钠的具塞量筒中, 充分震荡 2 min, 在室温下静置 30 min, 使乙腈相和水相充分分层。用移液管从具塞量筒中准确吸取 10.0 mL 的上层溶液乙腈相, 放于圆底烧瓶中, 在旋转蒸发仪上水温 40 °C 旋转浓缩至约 2 mL 左右, 取下后在氮吹仪上吹至近干, 然后加入 1.0 mL 正己烷摇匀, 用 0.22 μm 的滤膜过滤到 2.0 mL 样品瓶中, 供气相色谱仪检测。

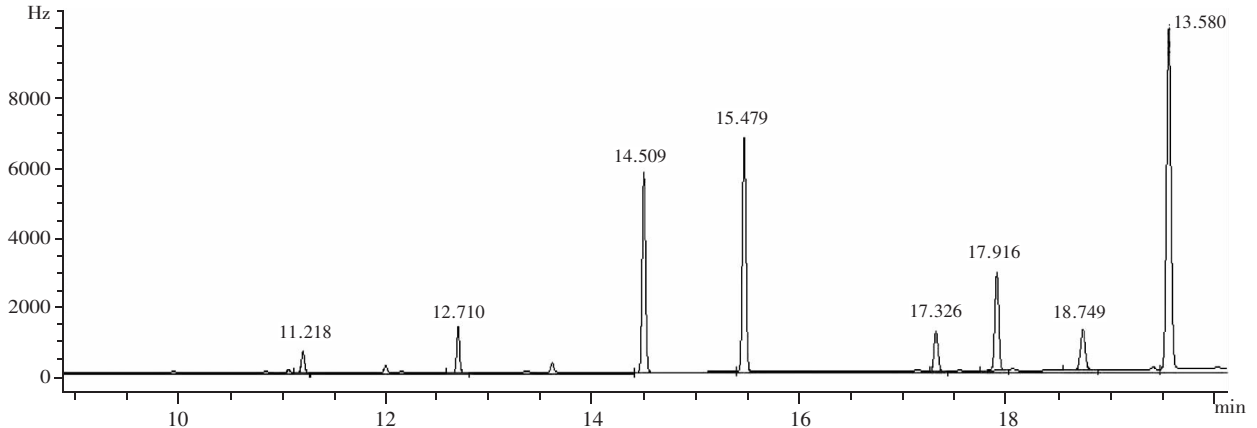
2 结果与分析

2.1 气相色谱分析条件设定

在选定的仪器分析条件下, 对六六六、DDT、百菌清、环氧七氯(A)、环氧七氯(B)等有机氯农药标准品进行分析, 在气相色谱优化的条件下, 均得到很好分离, 而且各离子丰度均能达到相应的出峰时间(图1~3)。

2.2 标准曲线建立

以横坐标为标液浓度(x), 以纵坐标为峰面积(y), 制作标准曲线, 得到曲线的回归方程($y=bx+a$)。以设定好的气相色谱条件建立标准曲线, 从



(从左至右依次为: α -六六六; δ -六六六; β -六六六; γ -六六六; P, P'-DDE; P, P'-DDD; P, P'-DDT; O, P'-DDT, 下同)

图1 GC-ECD 检测有机氯农药混合标样色谱

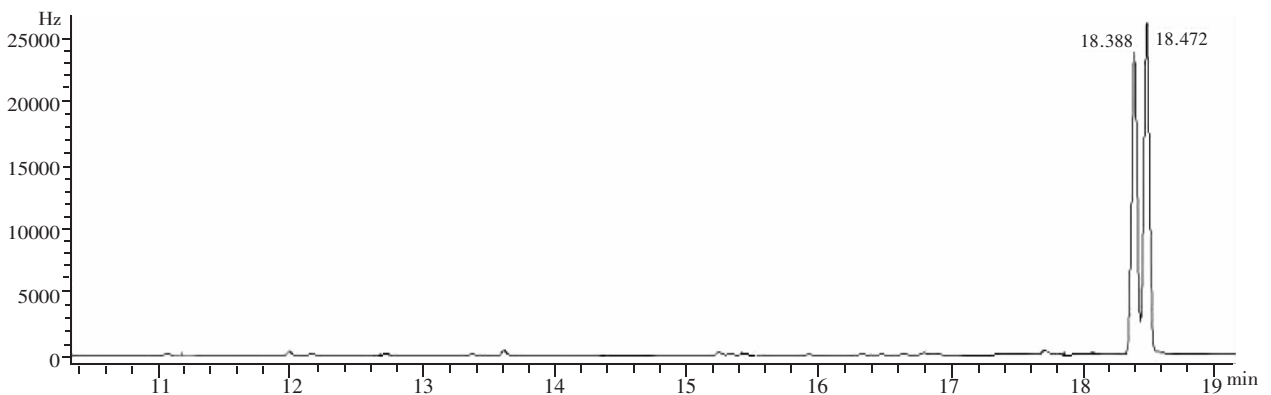


图2 GC-ECD 环氧七氯标准色谱

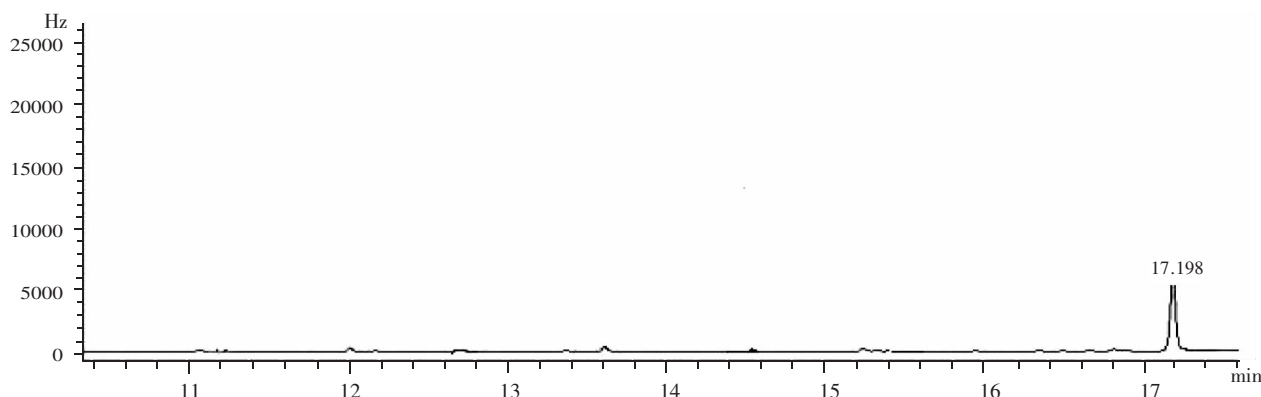


图3 GC-ECD百菌清标准色谱

而得到各待测组分的回归方程(表1),且相关关系极为显著。

表1 有机氯农药的线性测定结果

农药	保留时间 /min	线性回归方程	线性相关系数 (R ²)
α-六六六	11.218	y=12.49x-68.32	0.997 8
δ-六六六	12.710	y=14.45x-65.43	0.998 1
β-六六六	14.509	y=15.36x-55.13	0.997 9
γ-六六六	15.479	y=14.28x-99.54	0.999 1
百菌清	17.198	y=12.35x-89.32	0.998 5
P,P'-DDE	17.326	y=12.34x-81.24	0.997 1
P,P'-DDD	17.916	y=14.75x-92.31	0.998 0
环氧七氯A	18.388	y=55.32x-77.23	0.999 1
环氧七氯B	18.472	y=65.13x-87.13	0.999 1
P,P'-DDT	18.749	y=14.25x-75.31	0.997 9
O,P'-DDT	19.580	y=21.42x-55.32	0.998 5

2.3 土壤样品适宜提取剂筛选

从表2可以看出,在3种提取剂(丙酮、二氯

表2 有机氯农药在不同的提取溶剂中的回收率 %

农药	平均加标回收率		
	丙酮	二氯甲烷	乙腈
α-六六六	70.5	79.5	94.3
δ-六六六	68.2	83.2	93.2
β-六六六	81.2	113.2	105.3
γ-六六六	72.4	112.3	108.3
百菌清	55.6	93.2	95.6
P,P'-DDE	60.8	86.7	91.3
P,P'-DDD	71.8	82.3	93.2
环氧七氯	92.3	112.1	93.1
P,P'-DDT	121.8	75.3	96.8
O,P'-DDT	88.6	108.3	121.3

甲烷、乙腈)中,丙酮在提取过程中易产生乳化现象,易挥发,易使试验结果偏低,在试验中不作为提取溶剂。二氯甲烷其极性比较弱,不易净化杂质,且对于水溶性的农药提取效果不是甚好,其加标回收率比较低。乙腈溶解力比较强,作为极性溶剂,不容易带杂质,能够对农药残留提取的要求充分满足。因此,用乙腈对有机氯农药进行提取比较稳定,其平均加标回收率在91.3%~121.3%。

2.4 旋转蒸发温度对加标回收率的影响

从表3可以看出,当旋转蒸发仪的水浴温度为36℃时其效率较低,不符合回收率的范围要求;水浴温度为45℃时,乙腈蒸发速度较快,虽然在合理的范围之内,但与之前相比回收率略有偏低;水浴温度为40℃回收率比较理想,不但可以保证旋转蒸发的效果,可提高土壤的加标回收率。

2.5 氮吹时氮气的流速对加标回收率的影响

从表4可以看出,氮吹仪的氮气流速在液面上吹出水涡深2mm时,土壤样品的回收率比较好;气体流速在液体面上吹出水涡深度小于2mm时,虽然对加标回收率的影响变化不大,但其效率比较低;气体流速在液体面上吹出水涡深约4mm时,虽然缩短了时间,但会导致损失较大,加标回收率低。

表3 不同旋转蒸发温度的加标回收率

%

旋转蒸发温度 /°C	加标回收率									
	α-六六六	δ-六六六	β-六六六	γ-六六六	P,P'-DDE	P,P'-DDD	环氧七氯	P,P'-DDT	O,P'-DDT	百菌清
40	91.6	93.8	96.3	95.0	91.9	95.7	93.0	93.9	96.5	94.1
40	93.5	92.1	92.7	93.7	92.3	95.6	92.1	91.3	93.5	95.8
40	95.1	93.0	91.5	92.6	92.5	96.5	90.5	93.5	92.4	93.9
45	81.2	80.5	81.9	81.7	81.3	85.4	80.8	80.5	86.3	80.1
45	80.5	85.5	82.9	76.3	76.2	81.8	78.2	81.4	80.2	78.6
45	82.2	71.6	81.5	82.9	76.1	75.1	85.1	80.2	79.9	80.2

表4 不同氮吹流速的加标回收率

水涡深度 /mm	加标回收率									
	α -六六六	δ -六六六	β -六六六	γ -六六六	P,P'-DDE	P,P'-DDD	环氧七氯	P,P'-DDT	O,P'-DDT	百菌清
2	95.6	95.9	94.7	95.6	96.7	94.5	96.8	92.6	96.2	94.6
2	92.8	96.6	96.6	93.3	95.5	95.2	96.5	93.3	95.3	93.3
2	91.9	96.3	98.4	94.6	91.6	92.5	95.2	94.7	95.2	95.6
4	83.3	83.3	81.6	85.1	83.1	78.8	85.6	86.2	84.3	78.7
4	86.2	82.6	85.3	86.1	80.3	76.9	85.2	81.3	83.1	76.8
4	81.0	82.6	83.2	75.2	78.2	73.5	81.1	75.2	75.2	78.65

2.6 优化条件下气相色谱法检测有机氯农药的灵敏性

2.6.1 有机氯农药的检出限 在优化条件下用气相色谱法检测有机氯农药的检出限均低于定量检出限(表5)。

表5 方法检出限

农药名称	检出限	定量限
α -六六六	0.35	1.0
δ -六六六	0.38	1.0
β -六六六	0.30	1.0
γ -六六六	0.28	1.0
百菌清	0.95	4.0
P,P'-DDE	0.51	2.0
P,P'-DDD	0.48	2.0
环氧七氯	0.55	2.0
P,P'-DDT	0.42	2.0
O,P'-DDT	0.38	2.0

2.6.2 气相色谱法检测方法的精密度和准确度 在优化的色谱条件下及土壤样品前处理方法选定的条件下,加标回收试验的结果(表6)表明,在0.2、0.4、0.6 $\mu\text{g/mL}$ 添加水平下,有机氯农药加标回收率为71.2%~121.2%,相对标准偏差为1.2%~12.2%,方法检出限为0.28~0.95 $\mu\text{g/kg}$,均满足试验要求。

表6 土壤样品中有机氯农药添加回收实验结果 %

农药名称	0.2 $\mu\text{g/mL}$		0.4 $\mu\text{g/mL}$		0.6 $\mu\text{g/mL}$	
	回收率	RSD	回收率	RSD	回收率	RSD
α -六六六	64.2	9.7	71.2	7.8	75.6	6.0
δ -六六六	109.2	12.3	110.2	9.2	99.8	4.8
β -六六六	112.3	6.7	99.6	8.4	121.2	9.4
γ -六六六	96.7	5.3	78.5	6.5	116.3	5.4
百菌清	87.3	3.1	91.2	2.6	93.2	3.1
P,P'-DDE	96.2	6.3	88.5	2.3	88.5	2.4
P,P'-DDD	85.5	4.5	79.3	6.3	96.5	1.8
环氧七氯	99.4	6.3	104.2	5.1	92.4	3.4
P,P'-DDT	81.9	5.6	95.3	4.5	96.8	5.4
O,P'-DDT	83.5	3.4	88.2	2.5	84.5	1.2

2.7 采用气相色谱仪对实际土壤中有机氯农药的检测结果

在优化的气相色谱条件和土壤样品前处理方

选定的情况下,测定实际4个自然风干的备用土壤样,均未出峰,即金昌市永昌县农村已种植过辣椒的农田土壤样品均未检出有机氯农药。

3 结论

用气相色谱仪检测土壤中的 α -六六六、 β -六六六、 γ -六六六、 δ -六六六、O,P'-DDT、P,P'-DDE、P,P'-DDD、环氧七氯和百菌清等有机氯农药的残留量,对土壤样品前处理进行了优化。样品用乙腈充分振荡提取,在旋转蒸发仪上用水浴温度为40 $^{\circ}\text{C}$ 旋转浓缩至约2 mL,置于氮吹仪上用吹至近干后用正己烷定容,最后用Florisorb柱净化。在土壤前处理的过程中,尽最大可能将样品中的有机氯残留量提取出来,尽最大可能减少有机氯农药残留量的损失,在气相色谱优化条件下对土壤样品进行检测。本试验中,检测4个实际土壤样品时均未检出。在0.2、0.4、0.6 $\mu\text{g/mL}$ 添加水平下,加标回收率在71.2%~121.2%,相对标准偏差在1.2%~12.3%,方法检出限在0.28~0.95 $\mu\text{g/kg}$ 。说明用气相色谱法检测土壤中的有机氯农药,具有快速、准确度高、灵敏度高优点,适用于土壤中的有机氯农药残留提取及分析。

参考文献:

- [1] 欧阳敏,喻庆国,赵晓慧,等. 剑湖沉积物中有机氯农药的分布特征与风险评估[J]. 环境科学学报, 2018, 39(12): 4075-4087.
- [2] 马畅,刘新刚,吴小虎,等. 农田土壤中的农药残留对农产品安全的影响研究进展[J]. 植物保护, 2020, 46(2): 6-11.
- [3] 孙晓慧. 土壤中有机氯农药残留检测方法研究进展[J]. 土壤肥料, 2019(20): 77-78.
- [4] 仲维科. 我国食品的农药污染问题[J]. 农药, 2000, 39(7): 1-4.
- [5] 魏丹,国明,吴慧珍,等. 加速溶剂萃取-磁固相萃取净化-气相色谱-质谱法测定土壤中16种多环芳烃和23种有机氯残留[J]. 色谱, 2020, 38(8): 945-952.
- [6] 杨水岗,彭锰欣. 农药与未来农业的发展[J]. 环境导

生物有机肥替代化肥对菜心产量和效益的影响

张 婷, 李晓林

(金昌市金川区农业技术推广服务中心, 甘肃 金昌 737100)

摘要: 为给金川区菜心生产中合理施肥、节本增效提供依据, 在金川区供港蔬菜基地进行田间试验, 以菜心品种杂交尖叶 80 为指示品种, 设置生物有机肥 3 000、6 000 kg/hm² 分别替代化肥减量 20%、30% 处理, 以不施肥为对照, 研究生物有机肥替代部分化肥对菜心产量和效益的影响。结果表明, 化肥减量 20%+生物有机肥 3 000 kg/hm² 处理的菜心产量最高, 为 12 296.40 kg/hm², 较不施肥处理增产 3 112.65 kg/hm², 增产率为 33.89%; 经济效益最高, 为 70 806.60 元/hm², 较不施肥处理节本增效 12 012.25 元/hm²。建议在当地菜心生产中采用, 以实现菜心稳产增收。

关键词: 菜心; 化肥减量; 生物有机肥; 产量; 效益

中图分类号: S634.5

文献标志码: A

文章编号: 1001-1463(2022)07-0069-03

doi:10.3969/j.issn.1001-1463.2022.07.016

Effects of Chemical Fertilizer Reduction Combined with Biological Organic Fertilizer on Yield and Economic Benefit of Chinese Flowering Cabbage

ZHANG Ting, LI Xiaolin

(Jinchuan District Agricultural Technology Extension Service Centre, Jinchang Gansu 737100, China)

Abstract: To provide reference for the rational fertilization and cost-saving management in the production of Chinese flowering cabbages in Jinchuan District, this study was conducted in the vegetable base of Jinchuan District to study the effects of chemical fertilizer reduction combined with biological organic fertilizer on yield and economic benefit of Chinese flowering cabbage production. Taking Zajiao Jianye 80 as the indicative variety and no fertilizer treatment as the control, treatments of chemical fertilizer reduction 20%+3 000 kg/ha organic fertilizer, chemical fertilizer reduction 30%+6 000 kg/ha organic fertilizer etc. were set up. Results showed that yields peaked at treatment of chemical fertilizer reduction 20%+3 000 kg/ha organic fertilizer, which was 12 296.40 kg/ha and was 3 112.65 kg/ha higher compared with that of the control, the yield increase rate was 33.89%, its economic benefit was also the highest which was 70 806.60 RMB/ha which saved the production cost by 12 012.25 RMB/ha compared with that of the control, therefore this treatment is recommend for local Chinese flowering cabbage production to achieve steady yield and higher economic return.

Key words: Chinese flowering cabbage; Chemical fertilizer reduction; Biological organic fertilizer; Yield; Economic benefit

金川区位于甘肃省西北部、河西走廊东部以北, 腾格里沙漠南缘, 年均降水量 186.5 mm, 年均蒸发量 2 722 mm, 气候稳定, 极端灾害天气较少, 病虫害少, 自然条件得天独厚, 光热资源丰富, 适宜种植高品质蔬菜^[1]。2016 年, 金川区引进种植供港蔬菜, 近年来不断壮大产业规模, 建

成甘肃省内首个“万亩”绿色供港蔬菜基地, 2021 年全区建成粤港澳大湾区菜篮子基地 2 240 hm², 带动全区各类蔬菜种植面积达到 6 667 hm², 产值 6.67 亿元。完成首批粤港澳大湾区认证基地 1 167 hm², 供港蔬菜产品菜心、芥蓝、娃娃菜(银丝王)、茼蒿、小白菜等畅销粤港澳大湾区的香港、澳门、

收稿日期: 2022-03-30

基金项目: 金川区 2020 年果菜茶有机肥替代化肥试点项目。

作者简介: 张 婷(1984—), 女, 甘肃金昌人, 农艺师, 主要从事农业技术推广工作。联系电话: (0)15809456069。

Email: 362520284@qq.com。

报, 1997(6): 35-38.

[7] 郑璐嘉, 曾 勤. GC-ECD 测定土壤中 16Z 种有机氯农药[J]. 漳州职业技术学院学报, 2020, 22(4): 87-92.

[8] 夏龙飞, 杨 珂. 气相色谱法测定土壤中有机氯农药含量的测定[J]. 生物化工, 2019, 5(6): 69-73.

[9] 马健生, 王 鑫, 王海娇, 等. 气相色谱法测定土壤中 21 种有机氯农药和 4 种有机磷农药[J]. 理化检验, 2014, 6(50): 740-744.

[10] 美国 SW-846 环境监测方法选编[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2010.