

· 研究论文 ·

## 臭氧水对黄瓜和青菜中 6 种有机磷 农药残留的去除效果

杨梅<sup>1</sup>, 徐小军<sup>1</sup>, 桂文君<sup>1</sup>, 朱国念<sup>1</sup>, 秦丽<sup>\*1,2</sup>

(1. 浙江大学 农药与环境毒理研究所, 杭州 310029;

2. 杭州市余杭区农产品质量安全检验检测站, 杭州 311100)

**摘要:**考察了臭氧水浸泡处理对黄瓜和青菜上 6 种有机磷类农药残留的去除效果。发现臭氧水浸泡的去除效果优于自来水处理,在通臭氧 30 min 后,其对青菜和黄瓜中乙酰甲胺磷、二嗪磷、马拉硫磷、毒死蜱、啶硫磷和三唑磷的总去除率分别为 26.4%~65.2% 和 22.7%~75.4%,净去除率分别为 6.8%~17.3% 和 4.4%~45.4%。对 6 种农药在臭氧水中降解速率的研究表明,臭氧处理对残留农药的去除效果与果蔬种类、处理时间及残留物种类有关。

**关键词:**臭氧水;有机磷;农药;残留;去除效果

**DOI:**10.3969/j.issn.1008-7303.2013.01.12

**中图分类号:**X592      **文献标志码:**A      **文章编号:**1008-7303(2013)01-0085-06

## Removal effect of six organophosphorus pesticide residues in *Brassica chinensis* and cucumbers by ozone water

YANG Mei<sup>1</sup>, XU Xiaojun<sup>1</sup>, GUI Wenjun<sup>1</sup>, ZHU Guonian<sup>1</sup>, QIN Li<sup>\*1,2</sup>

(1. Institute of Pesticide and Environmental Toxicology, Zhejiang University, Hangzhou 310029, China;

2. Station for Agricultural Quality and Safety Inspection of Hangzhou City Yuhang District, Hangzhou 311100, China)

**Abstract:** Removal effect of six organophosphorus pesticide residues in cucumbers and *Brassica chinensis* L. by ozone water was investigated. The results showed that the removal effect by ozone water was better than that by tap-water. With ozone for 30 min, total removal rates of acephate, diazinon, malathion, chlorpyrifos, quinalphos and triazophos on *B. chinensis* and cucumbers were 26.4%–65.2% and 22.7%–75.4%, respectively. And net removal rates of them were 6.8%–17.3% and 4.4%–45.4%, respectively. The study on the degradation rate of six pesticides in ozone water was indicated that the removal efficiency of pesticide residues by ozone was relevant to the species of fruits or vegetables, the treating time of ozone and the types of residue.

**Key words:** ozone water; organophosphorus; pesticide; residue; removal effect

采用化学农药防治病虫害仍是目前保证蔬菜产量必不可少有效手段,常用的农药种类主要包括有机磷类、有机氯类、拟除虫酯类及氨基甲酸酯类

等<sup>[1]</sup>。近年来在有关农产品的农药残留监测中发现,有机磷类农药在果蔬上的残留检出率较高<sup>[2]</sup>。由于该类农药的作用靶标为乙酰胆碱酯酶,其在蔬

收稿日期:2012-08-27;修回日期:2012-11-22.

作者简介:杨梅,女,博士研究生,E-mail:maryyang1987@gmail.com; \*秦丽,通信作者(Author for correspondence),女,硕士,主要从事农药残留分析和农药环境毒理研究,E-mail:qinli8523390@163.com

菜、水果等农产品上的低剂量残留即有可能对人类产生慢性毒性,并可诱发多种神经性疾病<sup>[3]</sup>,因此如何降低及去除农产品中的有机磷类农药残留一直颇受研究者的关注。

目前常用的去除农药残留的方法主要有生物降解、化学降解、光化学降解、超声波、洗涤剂、电离辐射、臭氧降解等<sup>[4]</sup>。臭氧作为一种安全、广谱、无残留的高效杀菌消毒剂已被广泛运用于食品、卫生和医药等行业<sup>[5]</sup>。臭氧具有强氧化性,可与蔬菜、水果中残留的有机磷农药发生反应,生成相应的酸、醇、胺或其氧化物等小分子化合物,这些小分子化合物大多无毒、溶于水,可被洗涤除去<sup>[6]</sup>。关于用臭氧去除残留农药已有一些报道<sup>[7-13]</sup>,但主要是针对一、二种有机磷农药在果蔬上单一影响因素下去除效果的研究。本文针对臭氧处理时间、水解作用、农药类型、作物类型等多个因素,系统研究了臭氧对黄瓜和青菜上6种有机磷农药残留的去除效果。

## 1 材料与方 法

### 1.1 供试材料

1.1.1 药剂 乙酰甲胺磷(acephate)、二嗪磷(diazinon)、马拉硫磷(malathion)、毒死蜱(chlorpyrifos)、啶硫磷(quinalphos)和三唑磷(triazophos)标准品均由农业部农药检定所提供,纯度均大于99%。75%乙酰甲胺磷可湿性粉剂(750 g/L WP),允发化工(上海)有限公司;50%二嗪磷乳油(500 g/L EC),浙江省温州农药厂;45%马拉硫磷乳油(450 g/L EC),山东田丰生物科技有限公司;30%毒死蜱水乳剂(300 g/L EW),浙江新农化工股份有限公司;16%丁硫·啶硫磷(carbosulfan·quinalphos)乳油(160 g/L EC,2种成分的质量分数分别为6%和10%),绿宝生化技术研究所;20%三唑磷乳油(200 g/L EC),南京红太阳股份有限公司。试剂均为分析纯。

混合标样溶液配制:准确称取各标准品0.01 g(精确到0.000 1 g),用丙酮溶解并定容至100 mL,配成100 mg/L的混合标样母液,备用。

1.1.2 主要仪器 588-分离式臭氧发生器,杭州奥斯瑞公司;DR100-O<sub>3</sub>水质臭氧检测仪,深圳沃塞特公司;2010-GC气相色谱仪(带FPD检测器),日本岛津公司。

1.1.3 供试作物 青菜品种为上海青 *Brassica chinensis* L.,俗称油冬儿菜;黄瓜品种为超级绿星。

### 1.2 实验方法

1.2.1 田间试验设计 试验于浙江省诸暨市陆家村农业示范园区的温室大棚内进行。青菜和黄瓜试验地均为120 m<sup>2</sup>;每处理30 m<sup>2</sup>,重复3次,空白对照30 m<sup>2</sup>。于2011年7月3日施药,1 d后分别取样。施药剂量(有效成分):75%乙酰甲胺磷 WP, 900 g/hm<sup>2</sup>;50%二嗪磷 EC,525 g/hm<sup>2</sup>;45%马拉硫磷 EC,700 g/hm<sup>2</sup>;30%毒死蜱 EW,675 g/hm<sup>2</sup>;16%丁硫·啶硫磷 EC,800 g/hm<sup>2</sup>;20%三唑磷 EC,450 g/hm<sup>2</sup>。均用水(750 L/hm<sup>2</sup>)稀释后同时喷施。

1.2.2 臭氧水浸泡处理 先用臭氧机向水中充入臭氧,10 min后将青菜和黄瓜样品分别浸泡在臭氧水和自来水(对照)中。青菜用水量为6 L,黄瓜用水量为10 L,分别设10、15和30 min 3个浸泡处理时间。处理后将样品分装,捣碎备用。同时测定不同处理时间时的臭氧浓度。

1.2.3 臭氧浓度测定 采用水质臭氧检测仪,按照国际DPD方法<sup>[14]</sup>测定,检测范围0.00~2.50 mg/L。

1.2.4 臭氧对水中农药的分解作用 取2只烧杯,分别加入8 mL 100 mg/L的供试农药混合标样及500 mL超纯水,超声30 s,同时搅拌使药液混合均匀。向其中一只烧杯中充入臭氧,另一只静置(对照)。臭氧水处理分别于0、3、7、10、15及30 min取样,对照则分别于0、15和30 min取样。每次取20 mL,重复2次。

### 1.2.5 分析方法

#### 1.2.5.1 提取

青菜和黄瓜样品:准确称取待测样品20 g(精确至0.01 g),加入70 mL丙酮-二氯甲烷[V(丙酮):V(二氯甲烷) = 4:3],8 000 r/min下匀浆2 min;抽滤,将滤液倒入预先加有5 g氯化钠和7 g无水硫酸镁的150 mL具塞量筒中,剧烈振摇1 min,静置30 min;量取35 mL上清液至150 mL圆底烧瓶中,45℃下减压浓缩至近干,加入5 mL丙酮溶解,待净化。

水样:取20 mL水样于分液漏斗中,加入2 g氯化钠,用二氯甲烷(20 mL×3)萃取;合并有机相,旋转蒸发至近干,氮气吹干,用丙酮定容至2 mL,无需净化,直接进样检测。

1.2.5.2 净化 在上述待净化的青菜和黄瓜样品丙酮提取液中分别加入0.1 g PSA和0.3 g无水硫酸镁,漩涡30 s,-20℃静置过夜,10 000 r/min下离心3 min,取上清液过0.2 μm有机滤膜,供气相色谱检测。

1.2.5.3 仪器检测条件 岛津 GC-2010 配 FPD 检测器。进样口温度 240 ℃,检测器温度 250 ℃,程序升温:70 ℃保持 1 min;以 25 ℃/min 升至 220 ℃,保持 5 min;以 10 ℃/min 升至 240 ℃,保持 6 min。载气设置:氮气,50 mL/min;氢气,80 mL/min;空气,120 mL/min。HP-5 色谱柱,30 m × 0.32 mm × 0.25 μm。进样量 1 μL,不分流进样。

1.2.6 方法的准确度及精密度测定 分别向 20 g 青菜和黄瓜样品中准确添加 1 mL 2 和 20 mg/L 的混合标样溶液,使添加水平为 0.1 和 1.0 mg/kg,每个水平重复 3 次,按照所建立方法进行样品提取、净化和检测。向 20 mL 自来水中分别准确添加 1 mL 0.2 和 2 mg/L 的混合标样溶液,使添加水平分别为 0.01 和 0.1 mg/kg,每个水平重复 3 次,按照所建立方法进行水样的提取和检测。

1.2.7 计算公式 臭氧水对作物上农药的总去除率( $W$ )、自来水对作物上农药的去除率( $Q$ )、臭氧水对作物上农药的净去除率( $P$ )及臭氧水对农药的分解率( $S$ )分别按式(1)~(4)计算得到。

$$W/\% = (c_0 - c_1)/c_0 \times 100 \quad (1)$$

$$Q/\% = (c_0 - c_2)/c_0 \times 100 \quad (2)$$

$$P/\% = W - Q \quad (3)$$

$$S/\% = (X_0 - X_t)/X_0 \times 100 \quad (4)$$

其中  $c_0$ 、 $c_1$ 、 $c_2$  分别为作物上农药的初始残留量、臭氧处理后的残留量及自来水处理后的残留量, $X_0$  和  $X_t$  分别为臭氧水中农药的初始残留量和  $t$  min 后的残留量。

## 2 结果与分析

### 2.1 添加回收率

测得供试 6 种农药在 2 种蔬菜样品中的平均回收率为 71.2%~105.4%,相对标准偏差( $RSD$ )在 1.8%~14.0%之间;在水样中的平均添加回收率为 77.6%~99.5%, $RSD$  在 1.7%~5.6%之间;均满足农药残留检测要求。

### 2.2 臭氧水对青菜和黄瓜上残留农药的去除效果

供试 6 种农药在青菜上的初始残留量分别为:乙酰甲胺磷 5.92 mg/kg,二嗪磷 0.65 mg/kg,马拉硫磷 10.29 mg/kg,毒死蜱 5.49 mg/kg,啶硫磷 3.34 mg/kg,三唑磷 19.66 mg/kg;在黄瓜上的初始残留量分别为:乙酰甲胺磷 3.36 mg/kg,二嗪磷 0.22 mg/kg,马拉硫磷 0.56 mg/kg,毒死蜱 1.25 mg/kg,啶硫磷 0.17 mg/kg,三唑磷 6.22 mg/kg。

同时测得在充臭氧 10、15 和 30 min 后水中臭氧的质量浓度分别为 0.26、0.24 和 0.24 mg/L。

青菜和黄瓜样品分别经臭氧水和自来水浸泡不同时间后,测定 6 种农药的残留量,并比较 2 种不同浸泡处理对残留农药的去除率,结果见图 1~5。从中可知,臭氧水浸泡对青菜和黄瓜中 6 种农药的去除率均高于自来水,且臭氧水对黄瓜中乙酰甲胺磷的去除效果最为明显。用臭氧水浸泡处理 30 min,对青菜中 6 种农药的总去除率为 26.4%~65.2%,净去除率为 6.8%~17.3%;对黄瓜中 6 种农药的总去除率为 22.7%~75.4%,净去除率为 4.4%~45.4%。

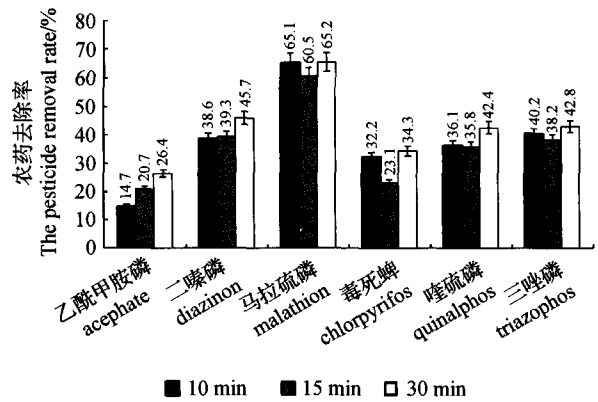


图 1 臭氧水浸泡处理不同时间对青菜上残留农药的去除效果

Fig. 1 The removal effect of pesticide residues on *B. chinensis* by ozone at different time

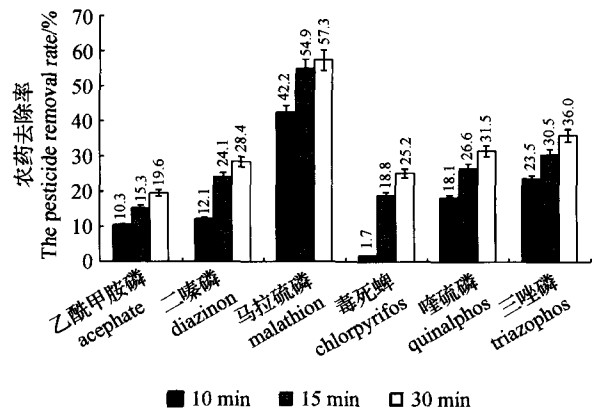


图 2 自来水浸泡处理不同时间对青菜上残留农药的去除效果

Fig. 2 The removal effect of pesticide residues on *B. chinensis* by tap-water at different time

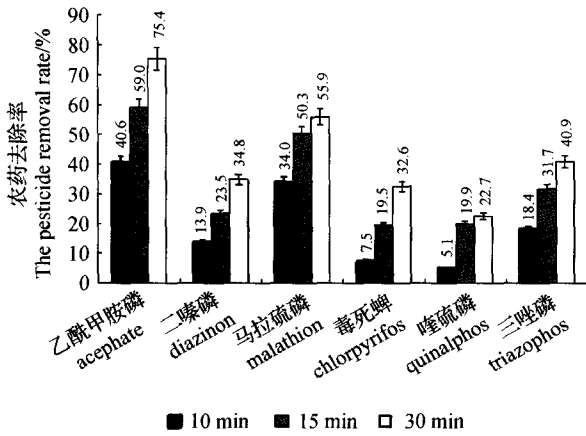


图3 臭氧水浸泡处理不同时间对黄瓜上残留农药的去除效果

Fig. 3 The removal effect of pesticide residues on cucumbers by ozone at different time

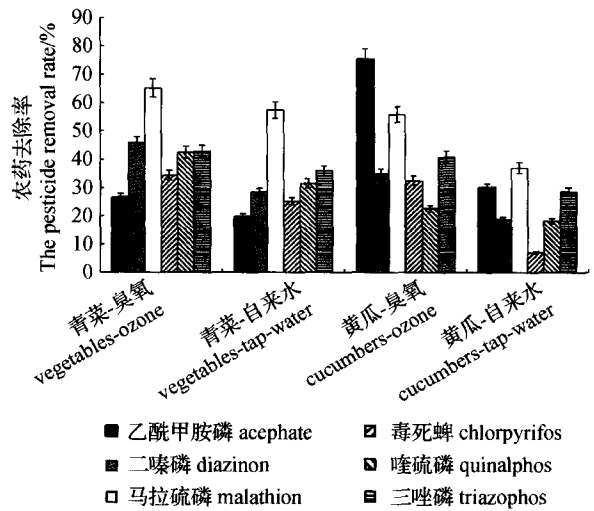


图5 臭氧水和自来水浸泡处理 30 min 对青菜和黄瓜上残留农药的去除效果

Fig. 5 The removal effect of pesticide residues on B. chinensis and cucumbers by ozone and tap-water in 30 min

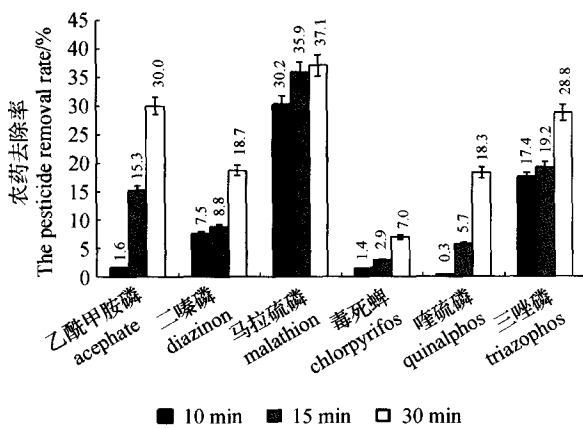


图4 自来水浸泡处理不同时间对黄瓜上残留农药的去除效果

Fig. 4 The removal effect of pesticide residues on cucumbers by tap-water at different time

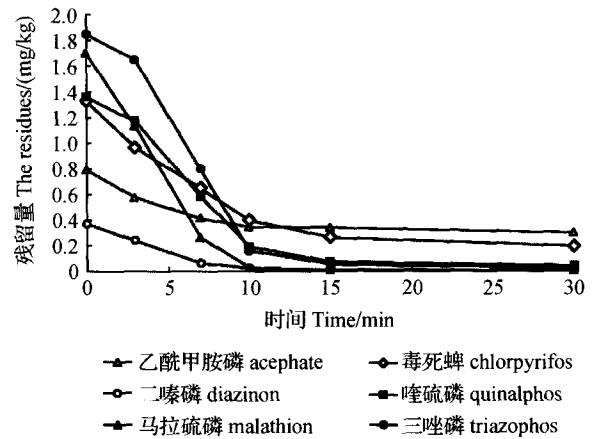


图6 六种农药在臭氧水处理下的消解曲线图  
Fig. 6 Degradation curve of six pesticides by ozone

2.3 臭氧对水中农药的氧化分解作用

在质量浓度为0.41~0.45 mg/L的臭氧水中浸泡处理30 min,供试6种农药的消解趋势如图6所示,消解半衰期在3.48~24.67 min之间,相关系数在0.8171~0.9268之间,相关性良好。其消解曲线方程分别为:乙酰甲胺磷,  $c_t = 0.5877e^{-0.0281t}$ ,  $r = 0.8171$ ,  $t_{1/2} = 24.67$  min;二嗪磷,  $c_t = 0.1946e^{-0.1177t}$ ,  $r = 0.8740$ ,  $t_{1/2} = 5.89$  min;马拉硫磷,  $c_t = 0.8514e^{-0.1994t}$ ,  $r = 0.8857$ ,  $t_{1/2} = 3.48$  min;毒死蜱,  $c_t = 1.0193e^{-0.0641t}$ ,  $r = 0.9263$ ,  $t_{1/2} = 10.81$  min;啶硫磷,  $c_t = 1.1133e^{-0.1249t}$ ,  $r = 0.9268$ ,  $t_{1/2} = 5.36$  min;三唑磷,  $c_t = 1.5106e^{-0.1509t}$ ,

$r = 0.9174$ ,  $t_{1/2} = 4.59$  min。

臭氧水浸泡处理10 min后,乙酰甲胺磷、二嗪磷、马拉硫磷、毒死蜱、啶硫磷和三唑磷的分解率分别为56.5%、93.0%、98.4%、69.9%、86.0%和91.3%,其中乙酰甲胺磷在臭氧水中的初始残留量与其在自来水中的相比就已经分解了64.4%,这可能是10 min时其分解率偏低的原因;到30 min时,6种农药的分解率分别为61.8%、97.0%、99.6%、85.2%、96.8%和98.4%。

用自来水浸泡处理30 min,6种农药的残留量变化不明显,分解率在3.3%~15.5%之间。

以上结果同时验证了2.2节浸泡试验中臭氧水对残留农药的去除作用明显优于自来水这一结论。

### 3 讨论

研究比较了自来水和臭氧水浸泡处理对青菜和黄瓜上6种有机磷农药残留的去除效果及6种农药在自来水和臭氧水中的降解情况。

结果表明,用臭氧水和自来水浸泡处理,对6种农药的去除率均随浸泡时间的延长而升高。臭氧水对2种蔬菜上6种农药的去除率均高于自来水,其中对黄瓜上农药的去除效果更显著,对黄瓜上乙酰甲胺磷的去除率又稍高于其他5种农药,这可能是由于乙酰甲胺磷本身水溶性较强的缘故;但臭氧水对青菜样品中乙酰甲胺磷的去除效果没有对黄瓜样品的明显。由于农药的化学结构和理化性质不同,臭氧对水中6种农药的氧化分解行为也有所差异,其中对马拉硫磷的分解率较高,这与臭氧水对2种蔬菜上残留农药的去除效果一致。表明臭氧水浸泡处理对农药的去除效果因作物及农药种类的不同而会有所差异。

虽然臭氧水对青菜和黄瓜上6种有机磷农药的去除效果优于自来水,但并不能完全去除农药。臭氧去除农药的作用机制是其分解释放出具有强氧化能力的新生态氧,可穿透细胞壁进入生物体而起作用。但可以推测,溶于水中的新生态氧对水中农药的氧化降解作用应比对蔬菜上农药的降解作用容易得多,这可能是导致蔬菜上残留农药不能被完全去除的主要原因<sup>[15]</sup>。

臭氧水浸泡处理对蔬菜上残留农药的去除率与水中臭氧的浓度直接相关。余向阳等<sup>[16]</sup>的研究表明,当臭氧的起始质量浓度为2.93 mg/L时,浸泡30 min,对青菜上残留敌敌畏、乐果和毒死蜱的去除率分别为46.35%、45.42%和43.18%,效果显著高于起始质量浓度分别为0.48和1.85mg/L的臭氧水处理。

臭氧溶于水中后能破坏甲基对硫磷、乐果、敌敌畏等有机物分子结构中的烯炔、炔炔等碳链,这种断开连接键和基团氧化的双重作用使得化合物的分子结构发生改变,从而改变农药的性质<sup>[17]</sup>。臭氧氧化降解农药后的产物有酸、醇、胺类或相应的氧化物等低分子化合物<sup>[8]</sup>。如马拉硫磷与臭氧反应最终可生成磷酸、硫酸、二氧化碳和水<sup>[15]</sup>。臭氧与农药反应后,多余的臭氧会分解为氧气,生成的化合物则大

都为水溶性,可用水冲走。因此,用臭氧降解农产品中残留的农药是相对安全可行的。

研究表明,臭氧水浸泡处理对蔬菜上残留的农药具有较好的降解作用,但降解效果与臭氧浓度、蔬菜种类及农药品种等因素相关。但对于农药大分子或重度污染的蔬菜,是否存在形成新的成分或由于臭氧氧化降解不完全而生成毒性更大的降解产物等可能性,还需进一步研究考证。

### 参考文献(Reference):

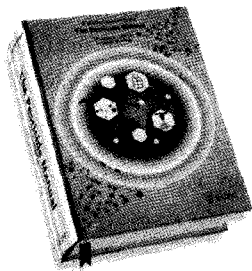
- [1] 崔伟伟,张强斌,朱先磊. 农药残留的危害及其暴露研究进展[J]. 安徽农业科学,2010,38(2):883-884.  
CU Weiwei,ZHANG Qiangbin,ZHU Xianlei. Advance in studies on the harms and exposure of pesticide residues[J]. *J Anhui Agric Sci*,2010,38(2):883-884. (in Chinese)
- [2] 魏云潇,金旭忠,何良兴. 农产品有机磷检测及我国各地区残留概况[J]. 中国卫生检验杂志,2011,11(21):2819-2820.  
WEI Yunxiao, JIN Xuzhong, HE Liangxing. Agricultural organophosphorus detection and China's local residual situation[J]. *Chin J Heal Lab Tech*,2011,11(21):2819-2820. (in Chinese)
- [3] SOGORB M A, VILANOVA E. Enzymes involved in the detoxification of organophosphorus, carbamate and pyrethroid insecticides through hydrolysis[J]. *Toxicol Lett*,2002,128(1-3):215-228.
- [4] 杨生权,马芳. 果蔬农药残留降解方法研究进展[J]. 安徽农业科学,2008,36(6):2506-2508.  
YANG Shengquan,MA Fang. Methods of decomposing pesticide residues from vegetable and fruit[J]. *J Anhui Agric Sci*,2008,36(6):2506-2508. (in Chinese)
- [5] 李勤,张萌萌,蒋国玲,等. 臭氧在果蔬贮藏保鲜中的应用研究综述[J]. 中国南方果树,2011,40(5):29-32.  
LI Qin,ZHANG Mengmeng,JIANG Guoling, et al. Research and application of ozone in post-harvest storage of fruits and vegetables[J]. *South China Fruits*,2011,40(5):29-32. (in Chinese)
- [6] 杨学昌,王真,高宣德,等. 蔬菜水果农药残留处理的新方法[J]. 清华大学学报:自然科学版,1997,37(9):13-15.  
YANG Xuechang, WANG Zhen, GAO Xuande, et al. New method for treatment of pesticide remains of vegetables and fruits[J]. *J Tsinghua Univ: Sci Tech*,1997,37(9):13-15. (in Chinese)
- [7] 龚勇,秦冬梅. 臭氧消解水中残留农药的试验研究[J]. 农药科学与管理,1999,20(2):16-17.  
GONG Yong, QIN Dongmei. Pesticide residue dispeled by ozone in water[J]. *Pestic Sci Adm*,1999,20(2):16-17. (in Chinese)
- [8] 王多加,胡祥娜,禹绍周,等. 臭氧对蔬菜中农药残留降解效果的研究[J]. 现代科学仪器,2003(6):47-49.  
WANG Duoia, HU Xiangna, YU Shaozhou, et al. Study of ozone degradation effect for pesticide residue in vegetable[J].

- Mod Sci Inst*, 2003(6):47-49. (in Chinese)
- [9] 黎其万, 梅文泉, 佴注. 臭氧对蔬菜中农药残留降解效果的初步评价[J]. 西南农业学报, 2004, 17(增刊):247-249.  
LI Qiwan, MEI Wenquan, ER Zhu. Preliminary evaluate on degradation effect of pesticide residues in vegetables by ozone [J]. *Southwest China J Agric Sci*, 2004, 17(Suppl.):247-249. (in Chinese)
- [10] 伍小红, 李建科, 戴金续. 臭氧对3种有机磷农药残留降解效果的研究[J]. 食品研究与开发, 2008, 29(6):50-52.  
WU Xiaohong, LI Jianke, DAI Jinxu. Degradation effect of 3 organophosphorus pesticides residues by ozone [J]. *Food Res Devel*, 2008, 29(6):50-52. (in Chinese)
- [11] 区卫民, 邓义才, 刘慧璇, 等. 臭氧对果蔬中有机磷和硝酸盐去除作用的研究[J]. 安徽农业科学, 2006, 34(17):4409-4410.  
QU Weiming, DENG Yicai, LIU Huixuan, et al. Effect of ozone degradation on organic phosphorus and nitrate resided in fruit and vegetable [J]. *J Anhui Agric Sci*, 2006, 34(17):4409-4410. (in Chinese)
- [12] GLOZE W H, KANG J, CHAPIN D C. The chemistry of water treatment processes involving ozone, hydrogen peroxide and ultraviolet radiation [J]. *Ozone Sci Engine*, 2005, 9:335-352.
- [13] HU J Y, MORITA T, MAGARA Y, et al. Evaluation of reactivity of pesticides with ozone in water using the energies of frontier molecular orbitals [J]. *Wat Res*, 2000, 34(8):2215-2222.
- [14] GB 11898—89, 水质、游离氯和总氮的测定[S]. 环境保护部, 2010-12.
- GB 11898—89, Determination of water quality, free chlorine and total chlorine [S]. Environmental Protection Department, 2010-12. (in Chinese)
- [15] 张宁. 臭氧降解蔬菜中农药残留机理与效果研究[J]. 食品与机械, 2006, 22(4):57-59, 66.  
ZHANG Ning. Study on mechanism and effect for degradation pesticide residues in vegetable by ozone [J]. *Food and Machinery*, 2006, 22(4):57-59, 66. (in Chinese)
- [16] 余向阳, 陈峰, 徐敦明, 等. 臭氧对青菜中3种有机磷农药去除效果及Vc和类胡萝卜素含量的影响[J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版, 2005, 33(11):151-154. (in Chinese)  
YU Xiangyang, CHEN Feng, XU Dunming, et al. Removal of 3 organophosphate insecticide residues with ozone and its influence on the content of Vc and carotenoid in vegetables [J]. *J Northwest A&F Univ: Nat Sci Ed*, 2005, 33(11):151-154. (in Chinese)
- [17] 孙爱东, 赵藏群. 臭氧在出口小龙虾生产中降解氯霉素、农残及杂菌应用的研究[J]. 食品科技, 2002(10):25-27.  
SUN Aidong, ZHAO Cangqun. Application of ozone in degrading chloromycetin residual pesticide and miscellaneous bacteria in producing export crayfish [J]. *Food Sci Tech*, 2002(10):25-27. (in Chinese)

(责任编辑: 唐 静)

· 书 讯 ·

## The Pesticide Manual-Sixteenth Edition(《农药手册》第16版)



以全面报道农药信息而闻名的《农药手册》第16版(The Pesticide Manual-Sixteenth Edition)已于2012年11月出版, ISBN 978 1 901396 86 7, 定价275英镑。最新版中的各类信息源自世界各大农药生产商, 尤其是新增了45个化学农药(其中一些仍在开发中)的详细信息, 提供了920个主要品种的介绍和710个简要增补词条, 首次收录了2011年6月新欧盟农药管理法规(EU1107/2009)实施后欧盟农药登记状况。手册中的农药信息包括除草剂、杀菌剂、杀虫剂、杀螨剂、杀线虫剂、植物生长调节剂、除草剂安全剂、驱避剂、增效剂、信息素、有益微生物和无脊椎动物剂、杀鼠剂及杀动物体外寄生虫药。

该版的网络版(Pesticide Manual Online)也已同期出版。网络版不仅检索更加快捷, 而且内容更加丰富, 共包括10400余个产品名称, 3100个已停用名称及710个增补词条。

(杨新玲 提供)