

尹芳, 张无敌, 周肸, 等. 新型生物农药残留降解剂研发及其潜在前景展望[J]. 灾害学, 2016, 31(3): 157-159, 169. [YIN Fang, ZHANG Wudi, Zhou Xi, et al. Experiment Research and Market Prospect of New Pesticide Degradation Agent[J]. Journal of Catastrophology, 2016, 31(3): 157-159, 169.]

# 新型生物农药残留降解剂研发及其 潜在前景展望<sup>\*</sup>

尹芳, 张无敌, 周肸, 张振, 周双双, 赵兴玲, 王昌梅,  
柳静, 毛羽, 杨红, 刘士清

(云南师范大学 能源与环境科学学院, 云南, 昆明 650500)

**摘要:**以恶性杂草紫茎泽兰、秸秆废弃物等作为原料开发的新型农药残留降解剂, 可有效降解农作物和土壤中农药残留, 其降解效果达70%~80%。经过可行性调查分析, 该农药残留降解剂有望成为农残降解的新兴产品, 为我国农产品种植户解决土地污染及农产品品质安全问题提供了一条全新途径。

**关键词:**生物农残降解剂; 紫茎泽兰; 秸秆废弃物; 土地污染; 农产品安全

**中图分类号:** X43; S481 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-811X(2016)03-0157-04

doi: 10.3969/j.issn.1000-811X.2016.03.026

我国是一个农业大国, 农药是农业增产的主要依靠, 其中有机磷农药因其对防治农业虫害具有经济、高效、方便等特点, 成为使用最广泛的农药之一, 为农业丰产、丰收作出重要贡献。据统计, 我国农药使用量超过 $300 \times 10^4 \text{ t}$ <sup>[1]</sup>, 施用农药防治面积为 $3 \times 10^9 \text{ hm}^2$ 左右(每年以 $0.133 \times 10^9 \text{ hm}^2$ 的速度递增), 其中有机磷农药产品占到农药总量的80%<sup>[2]</sup>。由于有机磷农药大量不合理使用, 使得蔬菜、粮食、瓜果等农产品甚至土壤中的有机磷农药残留严重超标, 目前全国受农药污染的农田约 $1.6 \times 10^9 \text{ hm}^2$ , 主要农产品的农药残留超标率高达20%左右<sup>[3]</sup>。这些农药的残留不仅影响食品安全, 而且污染周边环境, 给人类健康和生态系统带来了极为严重的不良后果, 成为一种危害人民生命健康的灾害。随着人们对绿色食品认知度的提高, 以及政府各项政策的相继出台, 绿色食品的开发和生产也成为农业生产和食品加工的必然趋势, 服务于绿色食品生产的可降解农药残留的产品会受到越来越多的食品生产者的关注和青睐。

## 1 农药残留现状分析

### 1.1 农药被广泛使用, 农药残留危害严重

为了防治病虫害、提高农作物产量, 农药被机械化大面积喷洒, 大多还被高浓度喷洒以提高其使用效果。我国食用蔬菜引发的中毒事件中,

98%是由蔬菜的有机磷农药残留引起的, 如果一次摄入或接触大量药剂可导致神经功能紊乱, 特别是呼吸功能障碍, 从而影响生命活动。有的农药急性毒性不高, 但在人体内可慢性积累, 导致致畸、致癌、致突变等危害。

施用于作物上的农药, 其中一小部分附着于作物上, 而很大一部分散落在土壤、大气和水等环境中, 这些残留在土壤中的农药就成为水和土壤的污染源, 导致环境污染、生态破坏、耕地生产力下降<sup>[4]</sup>。

### 1.2 农药残留降解剂开发利用现状

有机磷农药的危害引起国内外学者的关注, 并进行了大量的研究工作。目前常用的有物理降解、化学降解、生物降解等多种方法<sup>[5]</sup>。

#### 1.2.1 物理降解

物理方法如超声波技术、电离辐射、吸附、去皮、洗涤等<sup>[6]</sup>, 但由于物理方法作用对象仅限于作物表面的农药残留且技术设备要求较高所以难以大范围推广。

#### 1.2.2 化学降解

使用较多的有光化学降解、氧化分解、水解等, 普通的化学制剂对植物内部的农药残留有一定的降解效果, 但其自身及产物又有可能造成二次污染<sup>[7]</sup>; 由于现有的各项技术都存在诸多弊端, 远不能满足我国绿色农产品大规模生产和环境保护的要求, 所以市场上急需一种可大面积推广使

<sup>\*</sup> 收稿日期: 2016-02-01 修回日期: 2016-03-30

基金项目: 云南省沼气工程技术研究中心创新提升计划(2013DH041); 2014 云南师范大学大学生科研训练基金项目(Ky2014-183); 2015 云南省大学生创新创业训练计划(201510681044)

第一作者简介: 尹芳(1967-), 女, 云南石屏人, 博士, 副教授, 从事生物质能与环境工程教学与科研。E-mail: yf6709@sina.com

用,作用范围广谱,自身环保、安全、高效的农药残留降解技术及相应的农药残留降解产品<sup>[8]</sup>。

### 1.2.3 生物降解

生物降解法是目前农药残留降解剂的主要方法,包括使用微生物、降解酶、工程菌等。

降解农药残留的微生物种类主要有细菌、真菌、放线菌、藻类等,通过分泌酶经过氧化、还原、水解、环裂解、缩合、脱卤、脱羧、甲基化等途径完成酶促降解。由于大多数农药带有卤素、氨基、硝基及其他各种取代物等,这些取代基的种类和数量往往会影响微生物对农药的可降解性;此外,受农药污染的外部环境化合物组成很不稳定,经常波动,对于农药降解菌的生长很不利,温度、pH 及湿度波动也较大,有可能抑制降解菌的生长;直接从环境中筛选获得的农药降解菌降解速度慢,不能满足实际需要或经常发生变异导致降解能力的丧失、不能够继续降解农药<sup>[9]</sup>;另外,投放到环境中去的降解菌还会受到该环境原有菌群的影响,甚至会因拮抗而不能在该环境中长期生存,而且在受污染的环境中不能成为优势菌。所以目前对于农药降解微生物的研究工作大部分还只局限于实验室,尚不能完全使农药降解菌从实验室走向实际应用。

有机磷农药在土壤中比较容易分解正是由于土壤中存在分泌磷酸酯酶结构的微生物,降解酶往往比产生这类酶的微生物菌体更能耐受异常环境,比如对硫磷水解酶在 10% 无机盐、1% 有机溶剂、50℃ 下都能保持活性;此外,由于降解酶不存在碳源的选择问题,酶的降解效果远胜于微生物本身。由于各种有机磷农药都有类似的结构,只是取代基不同,所以一种有机磷农药降解酶可降解多种有机磷农药。使用有机磷降解酶已被公认为是消除农药残留最有潜力的新方法。

近年来随着分子生物学及基因工程的发展,农药降解酶基因工程的研究也取得了一定进展。构建具有降解有机磷农药能力的工程菌主要通过将几种有机磷降解酶的基因同时转入到同一个表达载体中,或者通过蛋白质工程手段对活性蛋白的一个或者多个氨基酸编码进行定点突变,使降解酶结构发生变化,进而提高酶的降解能力。

目前市场上使用最多的农药残留降解方法大多是物理、化学法,产品主要有“速必净”、“沃土安”、“奈安老 A”和“比亚果蔬洗涤剂”等,相对于这些比较成熟、稳定的降解剂,生物降解对于低浓度有机磷的降解效果尤其显著。开发价格低廉、环境友好的农药残留降解剂越来越受到重视。本文通过对新型农药残留降解剂的开发研究,得到一种新型有机磷农药降解剂,该降解剂利用秸秆、紫茎泽兰等农业废弃资源为原料<sup>[10]</sup>,采用活性污泥接种物进行发酵,得到的混合液体酶剂,对蔬菜水果农药残留具有较好的降解作用,降解效果可达 70%~80%<sup>[11]</sup>。

## 2 新型生物农药降解剂概况

我们将新型农药残留降解剂定位于既能合理开发农业废弃资源,又能够较好地降解农药残留。分布于云南、贵州、四川、广西、西藏等地的恶性杂草“紫茎泽兰”严重威胁生态环境,表现为大面积侵占草地,造成牧草严重减产,危害畜牧产量;我国农村近二十年来由于煤、电、天然气的普及、各种工业制品的丰富,农村对秸秆的需求减少,大量秸秆的处理成为了一个严重的社会问题,很多地方农民仍然采取直接在田地里燃烧秸秆的处理方式,引发空气污染、火灾、飞机无法正常起降等后果。针对可开发利用的秸秆、紫茎泽兰等农业废弃资源,采用生物活性污泥接种工艺进行发酵,工艺技术独特,自身又环保安全,而且使用方便,兑水后直接喷洒在新鲜蔬菜水果上即可,最重要的是效果显著。

### 2.1 新型生物农药降解剂概况

#### 2.1.1 降解剂简介

利用秸秆、紫茎泽兰为原料,采用实验室活性接种物进行发酵,得到混合液体酶剂,对蔬菜水果农药残留起到很好的降解作用,能最大限度地降低蔬菜水果的有机磷农药残留,对保障农产品安全具有现实意义。此外,发酵残渣作为有机肥生产的原料,使得该生产过程没有废弃残渣排放,实现了有机废弃资源的综用。

有机磷降解剂经过原料预处理、发酵、固液分离、液体产品提纯等过程加工而成,具体如下:

原料预处理—农作物秸秆、紫茎泽兰等废弃资源为原料,晒干、粉碎、备用;

发酵—在发酵瓶内以原料作为培养基,接入实验室菌种,扩大培养;

固液分离—将发酵产品固液分离,液体添加少许稳定剂,固体残渣深加工可制作有机肥料。有机磷降解剂生产加工流程如图 1 所示。

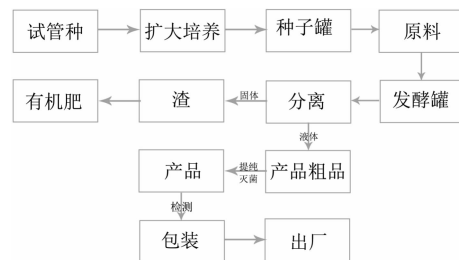


图1 有机磷降解剂生产加工流程

#### 2.1.2 降解剂特点

可有效降解鲜活农作物产品的农药残留,降解作用效果可达 70%~80%。

该产品的生产对环境友好,不产生残留物;生产残渣还可以作为有机肥生产的原料,整个生产流程多功能,实现了有机废弃资源梯级综合利用。

表 1 不同降解方法优缺点对比

方法	优点	缺点
物理降解	操作简单、不会产生毒副作用	作用对象仅限于作物表面的农药残留,且技术设备要求较高
微生物降解	安全、无毒、无二次污染,可清除土壤、水体、农产里的农药残留	受土壤环境、PH、温度等影响,降解速度慢,储存成本高
化学降解	降解效果比较好	其自身及其产物又有可能造成二次污染
新型生物农药降解剂	可降解鲜活农作物和土壤中的农药残留,降解率可达70%~80%,环境友好,不产生二次污染物	商业化开发应用市场有望拓展

表 1 为不同农药残留物降解方法的优缺点对比<sup>[12]</sup>。

者提供品质较好的绿色果蔬,这对于农药残留降解剂将会有更多、更急迫的需求<sup>[13]</sup>。

### 3 农药残留降解剂的运用潜力分析

#### 3.1 农药残留降解剂产品推广的可行性

课题组以昆明及周边地区的部分农户和农资企业、云南中部地区的部分大型种植农场为调查对象,采用问卷调查、小组座谈、深度访谈、电话调查等方式,了解对绿色食品、农药残留、农药残留降解剂等的认知情况。

调查结果显示有 40% 以上的用户愿意接受农药残留降解剂产品来缓解农药危害(图 2),有将近 45% 的用户表示看重农药残留降解剂产品的降解效果,48% 的用户看重农药残留降解剂产品是否会带来副作用(图 3),这表明了新型生物农药降解剂在用户中具有推广的可行性。

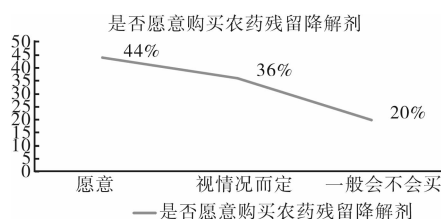


图 2 是否愿意购买农药残留降解剂

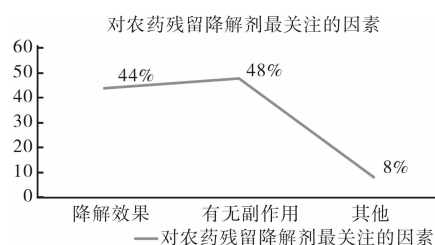


图 3 对农药残留降解剂最关注的因素

表 2 全国水果蔬菜种植面积

年份	2007	2008	2009	2010	2011	2012
种植面积/水果	0.1053	0.1073	0.11	0.1153	0.13	0.132
10 <sup>9</sup> hm <sup>2</sup> 蔬菜	0.1727	0.1787	0.184	0.19	0.1967	0.2007

#### 3.2 容量需求

目前我国农药年使用量达到  $120 \times 10^4$  t 以上,各种水果蔬菜的种植面积也累计超过亿(表 2)。云南省的昆明、曲靖等大中型城市周边果蔬种植基地规模较大,我们期待这些种植基地为广大消费

### 4 结论

随着食品安全意识增强,农药残留检测技术提升,农药残留降解剂将成为农业生产必需品。以恶性杂草紫茎泽兰、秸秆废弃物等作为原料开发的新型农药残留降解剂,直接作用于鲜活农作物和土壤,可有效降解鲜活(田中)农作物和土壤中农药残留,为农产品品质安全提供一条全新途径,还有望缓解我国耕地、水源等污染问题<sup>[14]</sup>。

### 参考文献:

- [1] 裴亮,张体彬,赵楠,等. 有机磷农药降解方法及应用研究新进展,环境工程,2011,29(S1): 273-277.
- [2] 陈少华,罗建军,林庆胜. 农药残留降解方法研究进展[J]. 环境工程,2009,37(1): 343-345.
- [3] 赵丹彤. 有机磷农药检测方法研究进展[J]. 生物技术世界,2014(1): 34-34.
- [4] 薛琦. 土壤微生物和农药[J]. 农药译丛,1994,16(4): 53-54.
- [5] 柏文琴,何凤琴,邱星辉. 有机磷农药生物降解研究进展[J]. 应用与环境生物学报,2004,10(5): 675-680.
- [6] 葛洪,汪世新,陆志强. 植物源蔬果农药残留农药洗涤剂的研制[J]. 扬州大学学报(农业与生命科学版),2003,24(4): 86-89.
- [7] 杜鹃. 果蔬中有机磷农药残留检测方法的研究进展[J]. 广东化工,2012,9(39): 149-150.
- [8] 高仙灵,卢慧星,李国婧,等. 有机磷生物修复研究进展[J]. 中国生物工程杂志,2007,27(3): 127-131.
- [9] 盛萱宜,彭霞薇. 利用甘薯淀粉废水生产有机磷农药降解菌剂条件的初探[J]. 中国农学通报,2011,27(21): 259-265.
- [10] 尹芳,张无敌,周胖,等. 一种有机磷农药降解剂的制备方法[P]. 专利申请号: 201410492749. 2, 2014-9-25.
- [11] 孙长恩,洪华,潘虹,等. 农药杀虫剂中 12 种有机磷检测方法研究[J]. 安徽农业科学,2013,41(22): 9319-9320, 9328.
- [12] 赵丹彤. 有机磷农药检测方法研究进展[J]. 生物技术世界,2014(1): 34-34.
- [13] 郭拴宝,程振兴. 氢键酸性基团功能化介孔敏感材料检测痕量有机磷气体[J]. 功能材料,2015,46(4): 4136-4139.
- [14] 潘玉娟,尹芳,张无敌,等. 有机磷降解剂对生菜农残降解效果分析[J]. 安徽农业科学,2015,43(32): 136-138.

(下转第 169 页)

救援志愿服务的热情必将越来越高, 势必把我国应急救援志愿服务事业推向一个新的高度。本文在总结国外应急救援志愿队伍激励机制经验做法的基础上, 提出了加快我国应急救援志愿队伍激励机制建设的基本思路与方法, 期望能够对完善我国应急救援志愿队伍建设, 更好地发挥应急救援志愿队伍的职能起到抛砖引玉的作用。不当之处, 还望专家不吝赐教。

## 参考文献:

- [1] 张玉平. 我国应急志愿服务研究[D]. 太原: 山西师范大学, 2014: 17-19.
- [2] 孙语圣, 宋启芳. 论中国红十字会灾害应急体系建设[J]. 防灾科技学院学报, 2014, 16(2): 2-3.
- [3] 昌业云. 德国专业化应急救援志愿者队伍建设经验及其借鉴[J]. 中国应急管理, 2011, 2(3): 21-24.
- [4] 历华. 美国应急管理的做法及其呈现的新特点[J]. Modern occupation safty, 2009, 12(96): 36-37.
- [5] 国家行政学院课题组. 英国、德国、瑞典应急管理教育培训的主要做法及启示[J]. 中国浦东干部学院学报, 2009, 3(3): 118-121.
- [6] 金晶. 中国应急救援志愿者组织的发展现状和功能的研究[D]. 上海: 上海师范大学, 2007.
- [7] 共青团中央. 中国注册志愿者管理办法[EB/OL]. [2013-11-01]. <http://baike.baidu.com/link?url=kTAynYtFck-UAZqEGOZaAIJLOc7VcP00anbHfqpZEmBjVQUwFbTmKV36wFSdxoDSjCpLCtaHZSrXFBgYuhv7-q>.
- [8] 中华人民共和国国务院. 社会团体登记管理条例[EB/OL]. (1998-09-25) [2013-11-01]. [http://baike.baidu.com/link?url=d5al6uCRCHpVnInpIQljW1E\\_0wUqK0tcQmlk6WEQsgMNUSn7hjjutEuNCV5JCy4PQxCJA5znTWBVpGRmBiY\\_](http://baike.baidu.com/link?url=d5al6uCRCHpVnInpIQljW1E_0wUqK0tcQmlk6WEQsgMNUSn7hjjutEuNCV5JCy4PQxCJA5znTWBVpGRmBiY_).
- [9] 中华人民共和国国务院. 民办非企业单位登记管理暂行条例[EB/OL]. (1998-10-25) [2013-11-01]. [http://baike.baidu.com/link?url=Nw9220egiRB3EJOz5qYn1tydCu3mNEo\\_0WBj6LsB9yrhB3uTQP2pMLWuQl-Q7GXgUnVhFBezT5nOjDygsAiUq](http://baike.baidu.com/link?url=Nw9220egiRB3EJOz5qYn1tydCu3mNEo_0WBj6LsB9yrhB3uTQP2pMLWuQl-Q7GXgUnVhFBezT5nOjDygsAiUq).
- [10] 中华人民共和国突发事件应对法[S]. 北京: 中国法制出版社, 2007.
- [11] 广东省人民代表大会常务委员会. 广东省青年志愿服务条例[EB/OL]. (2010-09-01) [2013-11-01]. <http://baike.baidu.com/view/8110005.htm>.

## Emergency Rescue Volunteers Incentive Mechanism Research in China

GUO Qiyun<sup>1</sup>, WEI Qing<sup>1</sup>, LIU Song<sup>2</sup> and XIA Yixue<sup>1</sup>

(1. Chinese People's Armed Police Force Academy, Langfang 065000, China;

2. Fire Crops of Tianjin, Tianjin 300400, China)

**Abstract:** Through analysis contrast on the construction of emergency rescue in our country and abroad volunteer team, found that the emergency rescue volunteer team incentive mechanisms exist for volunteer participation motivation of emergency rescue not value, regulations and policies of the incentive mechanism is not sound, the incentives of a single, etc. Combined with the actual situation in our country, draw lessons from foreign emergency voluntary services to the advanced experience of developed countries, emergency relief volunteer team in China, main problems of incentive mechanism, proposed from diversified incentive mechanism, incentive system standardization, incentive process steps three aspects to perfect our emergency relief volunteer team incentive mechanism, effectively improve the whole combat effectiveness emergency rescue volunteer team in China.

**Key words:** emergency rescue volunteer team; incentive mechanism; countermeasures and suggestions

(上接第 159 页)

## Experiment Research and Market Prospect of New Pesticide Degradation Agent

YIN Fang, ZHANG Wudi, ZHOU Xi, ZHANG Zhen, ZHOU Shuangshuang,  
ZHAO Xingling, WANG Changmei, LIU Jing, MAO Yu, YANG Hong and LIU Shiqing  
(Yunnan Normal University, Kunming 650500, China)

**Abstract:** The organophosphorus degradation agent, obtained from crofton weed and crop stalk, can be used for degradation of pesticide residue of crops and soils. The degradation effect is between 70% and 80%. Through marketing investigation and feasibility analysis, the organophosphorus degradation agent is expected to become potential pesticide residues degradation, which provides a new pathway of resolving land plant pollution and securing food quality security for our agricultural farmer.

**Key words:** Organophosphorus degradation agent; crofton weed; straw wastes; land pollution; potential manufacture and application, agricultural products safety