

大学生 综合创新训练

——探索与实践（2012年）

许春燕 白学波◎主编

Cultivation of College Students'
Innovation Capability
——Exploration and Practice



中国财富出版社
CHINA FORTUNE PRESS

本书由北京物资学院本科生科学研究与创业行动计划项目
专项经费资助

大学生综合创新训练

——探索与实践

(2012 年)

许春燕 白学波 主 编

中国财富出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

大学生综合创新训练: 探索与实践. 2012 年 / 许春燕, 白学波主编. —北京: 中国财富出版社, 2013. 11

ISBN 978 - 7 - 5047 - 4815 - 7

I. ①大… II. ①许… ②白… III. ①大学生—创造能力 IV. ①G640

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 218401 号

策划编辑 王宏琴

责任印制 何崇杭

责任编辑 韦京禹冰

责任校对 梁凡

出版发行 中国财富出版社 (原中国物资出版社)

社 址 北京市丰台区南四环西路 188 号 5 区 20 楼

邮政编码 100070

电 话 010 - 52227568 (发行部)

010 - 52227588 转 307 (总编室)

010 - 68589540 (读者服务部)

010 - 52227588 转 305 (质检部)

网 址 <http://www.cfpress.com.cn>

经 销 新华书店

印 刷 北京京都六环印刷厂

书 号 ISBN 978 - 7 - 5047 - 4815 - 7 / G · 0567

开 本 710mm × 1000mm 1/16

版 次 2013 年 11 月第 1 版

印 张 11.5

印 次 2013 年 11 月第 1 次印刷

字 数 200 千字

定 价 25.00 元

版权所有 · 侵权必究 · 印装差错 · 负责调换

序 言

为贯彻北京市委、市政府建设创新型城市的战略部署，落实“人文、绿色、科技”三大理念，满足首都城市功能定位对高素质、创新型人才的需求，2008年北京市教委启动了北京市大学生科学研究与创业行动计划，通过参与项目开发的方式激发大学生创新精神与创业热情，提高科学研究与创业能力，推动人才培养模式改革。

自从2008年北京市教委下达各高校开展大学生科学研究与创业行动计划项目工作以来，北京物资学院充分调动各单位、学院资源，动员广大在校学生积极参与大学生科学研究与创业行动计划项目。截至2012年，北京物资学院共评选立项大学生科学研究与创新创业行动计划项目342项，近千人次学生参与，80%的项目顺利结项，公开发表论文15篇，申请专利1个，积累了大量有一定价值的调研报告和结项报告，连续三年在全校范围内组织优秀项目评选、成果展和交流会。

2012年5月，学校组织大学生科学研究与创业行动计划项目优秀成果评选，经过学院推荐、校内专家评审、校外专家评审、PPT答辩等多个环节，共评出一等奖2名，二等名6名，三等奖12名。针对前几年项目按年来执行的弊端，现在将项目执行时间调整为按学年来执行，动员各学院组织学生积极申报2012—2013学年的项目，全校共申报项目206余项。同时，北京物资学院按照要求制定了国家级大学生创新创业训练计划工作方案。

随着北京物资学院高等教育改革和创新人才培养模式改革的推进，为在全校范围内营造浓郁的科学研究与创新环境，学校以“大学生科学研究与创业行动计划项目”为载体，以组织学生参与学科竞赛、发表高水平论文、获得专利等为抓手，将科学研究与人才培养紧密结合，形成了具有北京物资学院特色的大学生创新实践教育机制，使大学生的科研训练和创新实践贯穿于人才培养的全过程。通过实施大学生科学研究与创业行动计划项目，校园科学研究氛围日渐浓郁，越来越多的大学生积极参与科学研究活动、社会调查



活动和学科竞赛活动。在科学研究的助力下，近两年来我校学生在国际数学建模大赛、北京大学生数学建模与计算机应用竞赛、全国和北京市数学竞赛、北京市高校模拟法庭学科竞赛、北京市大学生物理实验竞赛、北京市大学生化学实验竞赛、北京市大学生人文知识竞赛、全国高等院校企业竞争模拟大赛、全国大学生管理决策模拟大赛、世界杯机器人大赛中国队选拔赛、中国机器人大赛暨 Robo Cup 公开赛、大学生英语演讲等学科竞赛中屡获佳绩，共获得各类市级以上奖项 87 项。

本书收录了 18 篇优秀项目的结项报告，并增加了感想篇，旨在展示大学生研究成果，交流教师指导经验，分享实验心得和感受，宣传“大学生科学研究与创业行动计划项目”在培养学生创新精神、提高实践能力中发挥的重要作用，从而激励和引导更多的学生参与科学研究和创新实践活动。在此，对参与成果评选、展示的学生和指导教师表示诚挚的谢意。

编 者

2013 年 5 月

目 录

实验篇

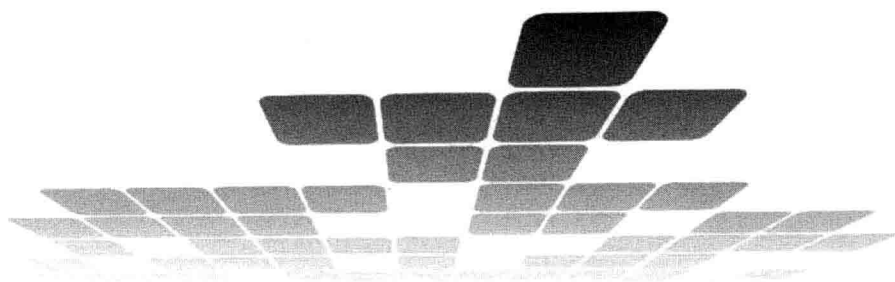
果蔬中有机磷农残速测卡研制及应用	3
双足机器人硬件结构设计及性能测试研究	13
基于 Java 语言的 3G 手机游戏设计与开发	19
四环素类抗生素的快速检测研究	27
812 公交站布局改良方案	35
关于构建物院校园网络信息门户平台的调研与应用	44
北京市老年人理财问题研究	62
关于我国老龄人口金融支持的统计分析	70
北京市残疾人休闲活动的调查研究学术论文	79
基于模糊综合评价的供应链操作风险研究	87
平谷区桃园及其相关产业对平谷区经济发展的影响研究	96
民营快递企业服务质量问题研究	103
大型商场厕位需求与解决方案	109
北运河通州段河水治理及旅游发展构想	115
北京市各大郊区大学生村官现状的学术报告	123
关于地铁 6 号线贯通对物资学院周边连锁餐饮发展的研究	131
关于高校社团组织与企业交流合作平台的搭建	138



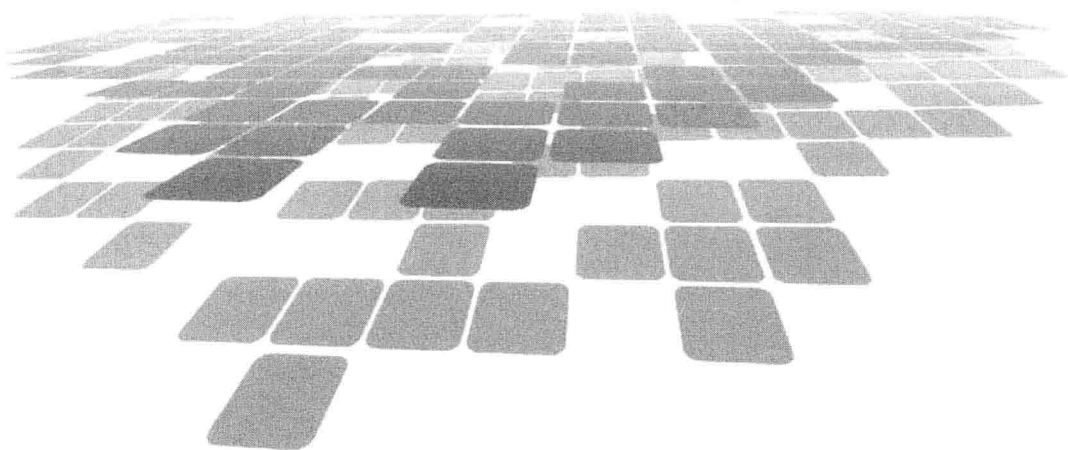
京津高校学生社团发展及其管理的调研与分析	145
----------------------------	-----

感想篇

参加大学生科学研究与创业行动计划感想	155
我和我的双足机器人	157
在探索中成长	159
一份付出，一份成长	161
我的大学生科学研究项目感言	163
书到用时方恨少	165
个人感想	167
从行动中收获	169
北京大学生村官实践项目感想	171
更大的担当，更多的收获	173
奔波中充满快乐	175



实 验 篇



学科类别：管

果蔬中有机磷农残速测卡研制及应用

学生姓名：张炯 卢博 邓森

指导教师：陈静 副教授

摘 要：本项目比较了黄大豆、小麦粉以及玉米粉中所含植物酯酶的活力，选取了酶活力较高的大豆酯酶进行条件性实验，在已知其使用的最优条件的情况下，在前人的基础上自主设计开发了新型的有机磷农残速测卡，其检测限约为 0.05mg/kg，使用方便可靠。

关键词：有机磷农药残留；酶抑制法；大豆酯酶；速测卡

一、选题背景

蔬菜和水果是人们日常生活的必需品，却是农药残留最为严重的案例。为了确保农产品收入的稳定，随着蔬菜、水果病虫害的逐渐加重以及超剂量施用高毒、高残留农药，致使蔬菜、水果中的农药残留水平和范围已达到了相当严重的程度。其中的有机磷农药由于其高毒性、易吸收、半衰期长等问题引起食品加工及检测部门的高度重视。一般来说，敌敌畏在果蔬中残留期大约为 30 天。施用 50% 敌敌畏乳油后，要经过不得少于 7 天后才能采摘，这样才能保证果蔬中残留的农药含量在安全限量内。然而受到各种因素的影响，还没等到空药期，果蔬就已被采摘上市了。

因此，在农业生产中，如何把握农药的正确使用、平衡其空药期，以及对于农产品在供应链各环节的质量监控及检测成为必行之势。本项目主要基于生物酶技术检测食品中有机磷农药残留速测卡的研制及应用。



二、实验材料与方法

（一）试验材料、试剂与仪器

黄大豆、小麦粉、玉米粉，购自北京朝阳区乐购超市大成东店。固兰 B 盐、乙酸- α -萘酯、丙酮、甲醇，均购自国药集团化学试剂有限公司，以上均为分析纯。

VIS 紫外—可见分光光度计：郑州泽铭科技有限公司；SC3612 离心机：安徽中科中佳科学仪器有限公司；QL—901 涡旋振荡器：海门市其林贝尔仪器制造有限公司；F3 移液枪：Thermo Fisher Scientific Inc. (Finland)。

（二）实验方法

1. 生物酶抑制法的酶源选择实验

（1）植物酯酶酶源选择性实验

酶抑制法通常所使用的酶大致可分为两类：胆碱酯酶和植物酯酶。胆碱酯酶主要来自于动物组织，如牛、猪等哺乳动物的肝脏酯酶，蝇或蜜蜂头部酯酶，鱼脑部酯酶等。植物酯酶主要取自于小麦、玉米、大豆、水稻等作物。动物酯酶不易得到且提取过程相对较复杂，不易保存，且成品价格较高，所以，我们选择酶源便宜易得、提取过程简单的植物酯酶。其作用原理如下：

乙酸- α -萘酯 (Acetic acid 1-naphthyl ester) 在植物酯酶 (Plant esterase) 的催化作用下生成 α -萘酚 (1-Naphthol)，它与显色剂固兰 B 盐 (Fast Blue BB salt) 形成紫红色偶氮化合物。当样品中含有机磷农药时，酯酶活性受到强烈抑制，影响乙酸- α -萘酯水解，导致紫红色的偶氮化合物生成量减少，最终溶液颜色呈现为浅红色或黄色。

本试验选择小麦、玉米、大豆三种植物种子作为植物酯酶来源。分别将 3 种植物种子粉碎后，在分析天平（精密度 0.0001g）上称取 10.0000g，按 1:5 (W/V) 的比例加入蒸馏水，初步搅拌均匀，然后置于磁力搅拌机上提取 40min，然后离心 (4000rpm, 30min) 得上清液，将上清液使用中速定性滤纸 (102#) 进行过滤，即可得到植物酯酶粗提液，测定其酶活力（根据酶活力测定方法），剩余酯酶粗提液置于 4℃ 条件下储存备用。

(2) 酶活力测定

① 绘制萘酚标准曲线

a. 不同浓度萘酚溶液：利用甲醇作为溶剂分别配制不同浓度的萘酚溶液，浓度如下：0.02 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 、0.03 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 、0.04 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 、0.05 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 、0.06 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 、0.07 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 、0.08 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 、0.1 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 。

b. 固兰 B 盐显色基质液：是由 A 液和 B 液以 5 : 1 体积比混合配制而成，其中，A 液、B 液配制方法如下：

A 液 (Visualization Reagent)：精确称取 0.100g 固兰 B 盐，加入 50ml 蒸馏水溶解均一，并用中速定性滤纸 (102[#]) 过滤，滤液即为固兰 B 盐溶液，盛于棕色瓶中 4℃ 储存。

B 液 (Substrate)：精确称取 0.150g 乙酸- α -萘酯，用丙酮溶液定容至 50ml，4℃ 储存备用。

首先分别向试管中加入 2.5ml 不同浓度的萘酚溶液 (a 中所示)，随后加入 0.5ml A 液，在涡旋振荡器上混合均匀，置于 30℃ 恒温水浴计时 5min，然后在紫外—可见分光光度计上测定其吸光度值 ($\lambda_{535\text{nm}}$)，以萘酚溶液浓度为横坐标，吸光度值为纵坐标，绘制标准曲线，求其斜率。

② 样品中酶活力测定

向待测试管中加入 2.5ml 磷酸盐缓冲溶液 (0.01mol/L, pH 7.0)，随后加入 300 μl 的待测植物酯酶粗提液和 100 μl 的 B 液，在涡旋振荡器上振荡均匀后，置于 30℃ 恒温水浴计时 5min，加入 300 μl A 液，振荡 1min 后转入比色皿中，利用紫外—可见分光光度计进行测定 ($\lambda_{535\text{nm}}$)，记录吸光度值。由下式可知，酶活性与吸光度成正比，吸光度越大，表示酶活性越大。试验中以不加植物酯酶粗提液的溶液作为阴性对比。

$$E = \frac{A}{K \times 5 \times 0.3} \times D$$

其中，E 为每毫升酶液所含的总酯酶活力 (U/ml)；D 为酶液的稀释倍数；K 为萘酚标准曲线的斜率。

2. 对植物酯酶活性的探究

为了确保本项目制作速测卡时所用酶的活性，我们首先分别用不同浓度 DDV 和不同蔬菜样品提取液，对提取出的植物酯酶的活性进行了一系列实验。关于该植物酯酶提取液的最优应用条件见第五届中国北京国际



食品安全高峰论坛文章《植物酯酶在敌敌畏农药残留检测中的应用基础研究》。

（1）不同 DDV 浓度对植物酯酶活性的研究

利用 77.5% 敌敌畏乳油（DDV），补充磷酸盐缓冲溶液（0.01mol/L，pH 7.0），配置成从 0.01 mg/100ml 到 0.5×10^{-8} mg/100ml 的不同浓度梯度的溶液。分别用上述不同浓度 DDV 替换缓冲溶液，按照样品中酶活动测定所述方法测定不同农药浓度下酯酶粗提液的活性，每个浓度下的农药至少重复两次。按下式计算抑制率，然后，以农药浓度的对数值为横坐标，抑制率为纵坐标绘制标准曲线。

$$\text{inhibitory efficiency}(\%) = \frac{A_{\text{buffer}} - A_{\text{sample}}}{A_{\text{buffer}}} \times 100\%$$

（2）不同蔬菜样品提取液对植物酯酶活性的抑制

从八里桥蔬菜市场随机购得新鲜菠菜、油菜、芹菜等八种绿叶蔬菜，擦净表面泥土与水分后，分别剪成 2cm 宽的菜叶，称取 2.500g 浸泡于 15ml 磷酸盐缓冲溶液中（0.01mol/L pH 7.0），使菜叶表面充分溶解在缓冲溶液中，提取 2~3min，必要时，可进行振荡或超声振荡，将菜叶除去得到清液即为待测蔬菜提取液。

3. 有机磷农残速测卡制作

（1）酶的固定

在制作速测卡的过程中，为了提高酶的储存稳定性，本项目对酶进行了简单的吸附固定。

① 固定载体的选择

选择慢速定量滤纸、中速定量滤纸、慢速定性滤纸、中速定性滤纸，在最适条件下进行酶的固定，然后测试每种载体的固定化酶活，选择最佳的固定化载体。

② 酶的最佳固定条件

选取 $L_9(3^4)$ 正交试验表，以吸附时间（20min、40min、60min）、干燥温度（30℃、40℃、50℃）、干燥时间（10min、15min、20min）为因素，设计三因素三水平正交试验，以确定酶固定的最佳条件。

（2）有机磷农残速测卡制作过程

我们根据查阅文献整理的制作速测卡方法，最终确定的有机磷农残速测

卡的覆盖层设计及材质规格如图 1 所示。首先将滤纸裁成 $2\text{cm} \times 0.75\text{cm}$ 的空白酶片以及 $2.5\text{cm} \times 1.5\text{cm}$ 的空白显色基质片, 然后, 分别将二者完全浸入植物酯酶粗提液及显色基质液中, 浸泡 40min, 取出滤纸片放入干燥箱中干燥 (40°C , 20min), 将干燥好的酶片和显色基质片粘贴在塑料防水纸质底板上, 将底板剪成规格为 $4.0\text{cm} \times 2.0\text{cm}$ 的长方形, 并粘贴在 $8.0\text{cm} \times 3.0\text{cm}$ 的塑封底膜上, 进行快速塑封, 在测试卡的打孔部位粘贴覆盖纸质膜, 借此得到成品有机磷农药速测卡。

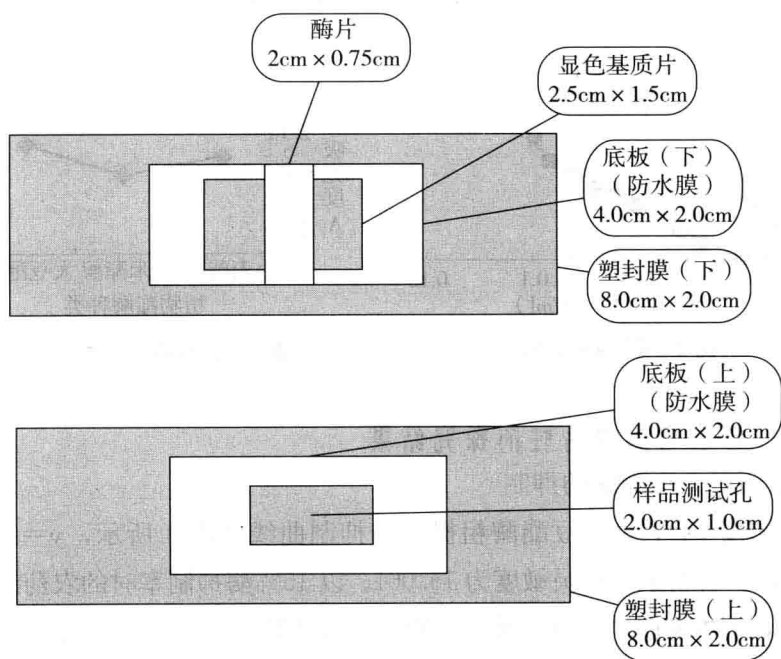


图 1 速测卡的覆盖层设计及材质规格

三、实验结果与讨论

(一) 酶源选择性实验

1. 萘酚标准曲线

萘酚标准曲线如图 2 所示, $y=7.6247x$, $R^2=0.9924$ 。通过对粗提液吸光度的测定, 可以得到相应的萘酚浓度, 从而得到酯酶粗提液水解乙酸- α -萘酯产生的萘酚的量, 即可求出植物酯酶的活性大小。



2. 酶活力测定结果

关于植物酯酶筛选的研究，已有很多报道。温艳霞研究了不同品种的小麦、大豆、玉米、小米等植物种子中的粗酯酶，得出大豆中的粗酯酶完全可以满足有机磷农药残留检测的需要。

本实验中，小麦、玉米、大豆三种植物种子中酯酶粗提液活力比较结果如图 3 所示，根据 $E = \frac{A}{K \times 5 \times 0.3} \times D$ 的公式可以求出，大豆酯酶活力最高，为 3.99U/mL，其次是小麦粉，而玉米酯酶活力较低。

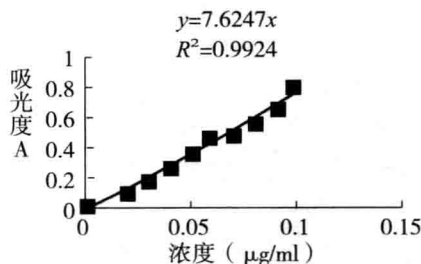


图 2 萘酚标准曲线

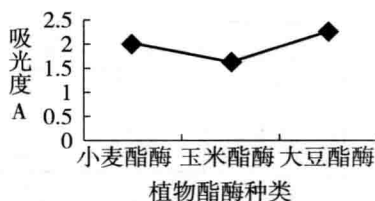
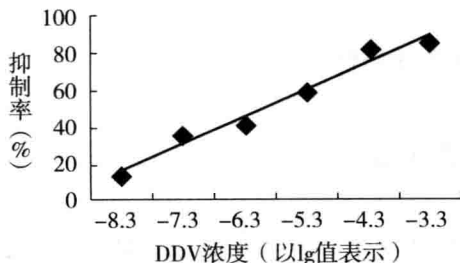


图 3 植物酯酶活力比较

(二) 对植物酯酶活性的探究结果

1. 农药对大豆酯酶的抑制

不同浓度 DDV 对大豆酯酶粗提液的抑制曲线如图 4 所示， $y = 15.061x$ ， $R^2 = 0.9729$ ，即对农药的灵敏度为 15.061。以 15% 酶抑制率时的农药浓度为最低检测限，则本实验中大豆酯酶粗提液的最低检测限为 0.00996 mg/kg，其中，国家标准 GB/T 5009.199—2003《蔬菜中有机磷和氨基甲酸酯类农药残留量的



不同浓度 DDV 对大豆酯酶粗提液的抑制率

快速检测》中明确规定利用酶抑制法对敌敌畏的检出限为 0.1mg/kg，而本实验筛选出的大豆酯酶粗提液对 DDV 的最低检测限远远超过此规定。由此可证明所选大豆酯酶粗提液对 DDV 比较敏感，完全可以满足对 DDV 的检测。

2. 样品提取液对大豆酯酶活性的抑制

不同蔬菜样品提取液对小麦酯酶的抑制率测试所得数据如表 1 所示。

利用上面两组实验得到的数据做基础，我们可以得出以下结论：用上述方法提取的大豆酯酶活性较高，能够制作灵敏度相对较高的速测卡。

表 1 不同蔬菜样品提取液对小麦酯酶的抑制率（对照值=0.296）

蔬菜品种	编号	ΔA	抑制率 (%)
油菜	1	0.183	38.2
油菜	2	0.176	40.5
菠菜	7	0.031	89.5
菠菜	8	0.044	85.1
韭菜叶	9	0.013	95.6
韭菜叶	10	0.000	100.0
韭菜根	11	0.118	60.1
韭菜根	12	0.124	58.1
圆生菜	13	0.185	37.5
圆生菜	14	0.182	38.5
油麦菜	15	0.152	48.6
油麦菜	16	0.164	44.6

（三）有机磷农残速测卡

1. 大豆酯酶的最优固定条件

大豆酯酶的固定条件探究数据如图 5 和表 2 所示，根据上述数据及正交试验的结果，我们可以得出，大豆酯酶的最佳固定条件为利用中速定性滤纸，吸附时间为 40min，在 40℃ 条件下鼓风干燥 20min。

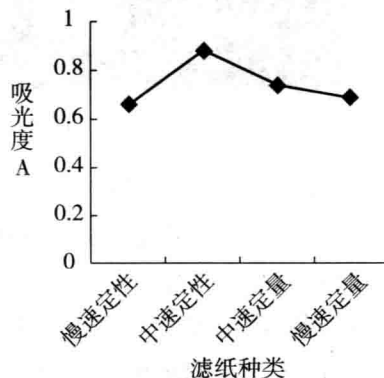


图 5 不同滤纸的固定效果比较



表 2

正交试验方案及试验结果

序号	因素 A 吸附时间 (min)	因素 B 干燥温度 (°C)	因素 C 干燥时间 (min)	结果 吸光度 A
1	1 (20)	1 (30)	1 (10)	0.281
2	1 (20)	2 (40)	2 (15)	0.122
3	1 (20)	3 (50)	3 (20)	0.425
4	2 (40)	1 (30)	2 (15)	0.506
5	2 (40)	2 (40)	3 (20)	0.592
6	2 (40)	3 (50)	1 (10)	0.382
7	3 (60)	1 (30)	3 (20)	0.500
8	3 (60)	2 (40)	1 (10)	0.274
9	3 (60)	3 (50)	2 (15)	0.401

2. 有机磷农残速测卡

农残速测卡的成品如图 6 所示。本项目方案设计出的速测卡实用性更高，操作方便且美观大方。

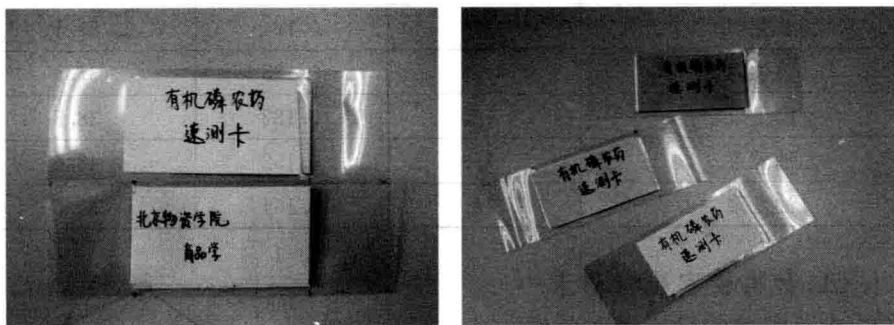


图 6 有机磷农药残留速测卡成品

3. 有机磷农药残留速测卡实用性研究

分别取 $100\mu\text{l}$ 不同浓度的敌敌畏滴加在酶片上，观察显色基质片的颜色变化，以缓冲溶液作为对比。随着农药浓度的增大，显色基质片的紫红色变浅，当农药浓度为 0.05 mg/kg 或更大时，显色基质片呈现淡黄色或基本不变色，图 7 为我们选取的特征反应图。国标 GB/T 5009.199—2003《蔬菜中有