

## 黄曲霉菌感染花生的不同检测方法的应用

张慧丽<sup>1,2</sup>, 杨松<sup>3</sup>, 苏君伟<sup>4</sup>, 于洪波<sup>4</sup>,  
徐文杰<sup>2</sup>, 张丽男<sup>1</sup>, 姜忠良<sup>2</sup>, 孟宪军<sup>\*1</sup>

(1. 沈阳农业大学 食品学院, 辽宁 沈阳 110161; 2. 辽宁大学 轻型产业学院, 辽宁 沈阳 110036; 3. 沈阳军区联勤部药品仪器检验所, 辽宁 沈阳 110026; 4. 辽宁省风沙地改良利用研究所, 辽宁 阜新 123000)

**摘要:** 通过黄曲霉菌对不同品种花生感染后的检测技术的应用, 不仅比较方法的适用性, 更能从研究品种中发现对黄曲霉菌抵抗能力强的品种。从辽宁省风沙所和葫芦岛市选用 18 种花生品种, 用黄曲霉 NRRL3357 菌株接种花生仁培养 7 d, 根据传统分级标准得到的感染指数, 分析花生的抗黄曲霉感染的能力; 利用半定量薄层层析法和精确定量高效液相色谱法检测到的黄曲霉毒素质量浓度, 确定花生的抗黄曲霉毒素合成的能力。同一品种表观评估法观测的黄曲霉感染指数与薄层色谱法和高效液相色谱法测定的黄曲霉毒素的质量浓度基本一致, 鉴定出 2 个高抗黄曲霉感染和黄曲霉毒素质量浓度低的花生品种, 分别是阜花 11 和白沙 1016。

**关键词:** 花生品种; 黄曲霉菌; 黄曲霉毒素; 表观评估法观测; 薄层色谱法(TLC); 高效液相色谱法(HPLC)

中图分类号: TS 255.6 文献标志码: A 文章编号: 1673—1689(2013)08—0868—07

## Different Detections on Peanut Infected by *Aspergillus flavus*

ZHANG Hui-li<sup>1,2</sup>, YANG Song<sup>3</sup>, SU Jun-wei<sup>4</sup>, YU Hong-bo<sup>4</sup>,  
XU Wen-jie<sup>2</sup>, ZHANG Li-nan<sup>1</sup>, JIANG Zhong-liang<sup>2</sup>, MENG Xian-jun<sup>\*1</sup>

(1. Food Science College, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161, China; 2. Light Industry College, Liaoning University, Shenyang 110036, China; 3. Shenyang Joint Logistics Department of Military Institute for Drug and Instrument Control, Shenyang 110026, China; 4. Institute of Windy and Sandy Soil Improvement and Utilization of Liaoning Province, Fuxin 123000, China)

**Abstract:** Different detection techniques were applied on detecting situations of peanut infected by *Aspergillus flavus* (*A. flavus*), the applicability of different techniques can be compared with each other while the potential resistant peanut lines can also be screened out from the peanut lines. The 18 peanut lines, chosen from Institute of Windy and Sandy Soil Improvement and Utilization of

收稿日期: 2012-11-18

基金项目: 辽宁省科技支撑计划项目(2011201021, 2012215006); 辽宁大学亚洲研究中心项目(200914)。

作者简介: 张慧丽(1970—), 女, 黑龙江双鸭山人, 理学硕士, 副教授, 主要从事功能性蛋白质质量与安全方面的研究。

E-mail: hlzh999@yahoo.com.cn

\* 通信作者: 孟宪军(1960—), 男, 内蒙古赤峰人, 农学博士, 教授, 博士研究生导师, 主要从事食品深加工及综合利用方面的研究。

E-mail: mengxjsy@126.com

Liaoning Province and Huludao City, the peanut lines were inoculated with *A. flavus* NRRL3357 and cultured for 7 days. The resistance capacity of peanut against *A. flavus* was assessed according to the level of infection index deduced from the traditional classification standard; the capability of blocking the biosynthesis of aflatoxin was estimated on the basis of the value measured from TLC and HPLC. The levels of infection index of different peanut lines were almost accordant with the values of TLC and HPLC. Two resistant peanut genotypes, Baisha1016 and Fuhua11, were identified high resistance against *A. flavus* and low content of biosynthesis of aflatoxin.

**Keywords:** peanut line, *Aspergillus flavus*, aflatoxin, traditional classification standard, TLC, HPLC

花生是我国重要的油脂和食品原料,是我国具有国际市场竞争力的出口创汇经济作物,产量居世界前三位。但是由于近年来黄曲霉菌在收获前期和保藏期的严重污染,合成的代谢产物黄曲霉毒素危害更是巨大,使我国的产量和交易优势已不再明显<sup>[1]</sup>。寄生曲霉产四种主要黄曲霉毒素:B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, G<sub>1</sub>, G<sub>2</sub>, 而黄曲霉仅产 B<sub>1</sub> 和 B<sub>2</sub><sup>[2]</sup>。

黄曲霉毒素的污染分布于农作物生长、收获、储运及产品加工等各个阶段<sup>[3]</sup>,从农田到餐桌,从粮油、牛奶、调味品到饲料,覆盖广,严重危害人、畜、禽类的健康<sup>[4-8]</sup>,黄曲霉毒素是迄今已发现的各种真菌毒素中最稳定的一种,烹调加工温度 100 ℃ 以上也不能将其破坏<sup>[9]</sup>,毒性是砒霜的 68 倍,敌敌畏的 100 倍,比剧毒的氰化钾毒性还大 10 倍之多<sup>[10-11]</sup>。对人及动物肝脏组织有破坏作用,低剂量长期摄入或一次大剂量摄入可引起肝脏的慢性或急性损害,严重时,可导致肝癌甚至死亡<sup>[12]</sup>,同时带来巨大的经济损失。据 FAO 报道,全球每年约有 40% 的食品原料受真菌毒素的感染,黄曲霉毒素就是其中之一,约有 2% 的农作物因污染严重而失去营养和经济价值<sup>[13]</sup>。

世界上针对花生抗黄曲霉菌污染展开了大量的研究,但是减少和消除黄曲霉毒素污染和危害的最有效的途径还是选育和推广抗黄曲霉花生品种<sup>[14]</sup>。自 1967 年 Rao 和 Kulkarni 发现不同品种花生对黄曲霉毒素污染具有不同程度的抗性以来,虽然迄今尚未发现高抗或免疫的抗性品种,但国内外已开展了大量对黄曲霉抗性筛选的研究<sup>[15-16]</sup>。筛选的重要方法之一是应用检测黄曲霉菌生长程度或黄曲霉毒素合成量的多少。目前,黄曲霉毒素的常规检测方法有薄层色谱法(TLC)和高效液相色谱法<sup>[17]</sup>,TLC 一直是检测部门普遍使用的方法,由于 HPLC 测定法具有高效、快速、灵敏度高、重现性好、

准确可靠等优点而得到越来越广泛的应用的,也是国际 AOCO 通用检测方法<sup>[18]</sup>。其他的联用技术也有研究报道,2010 年郑荣等用免疫亲和柱净化,用高效液相色谱-柱后衍生-荧光检测器对黄曲霉毒素含量进行分析测定<sup>[19]</sup>。2012 年栗建明等用快速液相色谱-串联质谱法测定食品中黄曲霉毒素含量<sup>[20]</sup>。为了能更好评估花生对黄曲霉菌的易感程度以及黄曲霉菌的生长率和毒素合成量的关系,作者联合黄曲霉毒素初定量的目测黄曲霉生长的表观评估法、半定量的 TLC 和精确定量的 HPLC 三种方法对花生进行综合评价,并筛选抗性品种<sup>[21-22]</sup>。不仅为黄曲霉毒素的污染检测方法提供理论依据,而且对该领域的分子生物学的进一步实验研究提供了参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与试剂

黄曲霉 *A. flavus* NRRL 3357:美国农业部南方研究中心;18 份花生参试品:辽宁省风沙所提供 16 份品种,葫芦岛正业花生有限公司提供 2 份品种;甲醇和冰乙酸:色谱级,费舍尔公司;黄曲霉毒素标准品:西格玛公司;其他试剂:分析纯。

### 1.2 仪器与设备

PC-9301CS 薄层扫描仪:日本岛津公司;硅胶 G 板:20 cm×20 cm,武汉药科新技术开发有限公司;高效液相色谱仪:紫外 2487,泵 1525,沃特斯公司;474 荧光扫描检测器:沃特斯公司;Hypersil ODS 反相色谱柱。

### 1.3 方法

**1.3.1 黄曲霉侵染花生实验** 接种 *A. flavus* NRRL 3357 到马铃薯葡萄糖琼脂培养基(PDA)上,在 28 ℃ 下倒置培养 5 d,用 0.05% 曲拉通 X-100 水溶液制成浓度约为 4×10<sup>6</sup> 个/mL 孢子悬液后备用<sup>[23]</sup>。选取手

工去壳、种皮饱满和大小均匀无损伤的花生品种 15 粒。用 0.1% 氯化汞水溶液消毒后接种  $4 \times 10^6$  个/mL 孢子悬液 2 mL, 置于 28 °C 恒温生化培养箱内黑暗培养, 7 天后统计感染指数<sup>[14]</sup>。每个品种重复 3 次, 平行实验 3 次。

**1.3.2 采用传统分级标准评估黄曲霉感染实验** 黄曲霉菌侵染花生后, 根据传统的分级标准, 评估籽粒染菌程度, 对黄曲霉毒素的含量进行初定量。分级标准如下<sup>[24]</sup>:

0 级[0.0]: 种仁正常; I 级[0.1]: 种仁长出少数霉状物, 占种衣面积 1/10 左右; II 级[0.2]: 种仁长出霉状物, 占种衣面积 1/5 左右; III 级[0.5]: 种仁长出较多霉状物, 占种衣面积 1/2 左右; IV 级[0.8]: 种仁多数长出霉状物, 占种衣面积 4/5 左右; V 级[1.0]: 种仁表面布满霉状物。

感染指数 =  $(0.1n_1 + 0.2n_2 + 0.5n_3 + 0.8n_4 + 1.0n_5) / N \times 100$

式中,  $n$  为各级种仁染菌数值;  $N$  为供试总粒数。

根据黄曲霉对花生籽粒的感染指数划分, R (抗): 感染指数 < 5.0; MR (中抗): 感染指数 5.1 ~ 10.0; MS (中感): 感染指数 10.1 ~ 30.0; S (感): 感染指数 30.1 ~ 50.0; HS (高感): 感染指数 > 50.1。

**1.3.3 黄曲霉毒素的提取** 根据由 AOAC 标准测定方法<sup>[18]</sup>。花生样品 50 g 与 200 mL 的甲醇-水 (85:15) 混合, 摇匀。将混合物过滤, 收集滤液并用 25 mL 的正己烷进行脱脂肪, 再将其放入 25 mL 的氯仿中。将氯仿蒸干, 然后将残渣转移到带有氯仿的玻璃瓶中。然后在 40 °C 温和的氮中将氯仿蒸发掉。残渣在 250 mL 的氯仿中再溶解并且存在 -20 °C 条件下, 直到被分析。

**1.3.4 薄层层析法(TLC)检测黄曲霉毒素** 分别吸取 18 种参试样品毒素提取液和 20 ng/mL 的黄曲霉毒素标准品, 在硅胶板上距底端 2 cm 处按标记点样 10  $\mu$ L, 放入加盖平衡半小时后的丙酮-三氯甲烷展开剂中。将薄层板点样一端浸入展开剂中密闭展开。当展开剂前沿达到薄层板的 2/3 高度时, 取出层板。放入通风橱中晾干。在 365 nm 紫外灯下观察照相荧光斑点。将展开后的层析板放到薄层扫描仪中 370 nm 处扫描, 根据扫描得出的峰面积对样品感染的黄曲霉毒素含量进行半定量测定。

**1.3.5 高效液相法测定黄曲霉质量浓度** 根据前期的结果, 将毒素质量浓度最多的和最少的样品进行 HPLC, 测定黄曲霉质量浓度。标准品黄曲霉 B1

质量浓度为 50 ng/mL, 色谱条件: 色谱柱 Hypersil ODS, 3 mm  $\times$  100 mm  $\times$  4.6 mm; 流动相: 甲醇-水-冰乙酸 (45:55:2); 流速 1.5 mL/min; 进样量: 10  $\mu$ L; 荧光检测器激发波长 360 nm, 发射波长 440 nm; 运行时间 22 min。

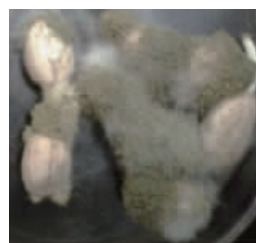
## 2 结果与分析

### 2.1 花生感染黄曲霉的表现特征

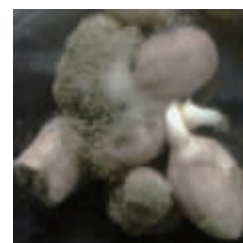
花生籽仁接种黄曲霉菌 1 d 后, 可见籽仁饱满, 有发芽的迹象, 2 d 后可见籽仁表面有少量的灰白菌丝体, 5~7 d 后可见绿色孢子簇产生, 7~10 d, 孢子堆满种仁表面的某一部位, 菌丝逐渐蔓延甚至包裹整个花生, 孢子簇向整粒种子扩散。花生仁失水, 略有干瘪。

### 2.2 采用传统分级标准评估黄曲霉毒素实验

通过接种黄曲霉菌来感染花生, 未发现对黄曲霉菌感染有免疫能力的种质。黄曲霉菌能侵染所有被鉴定的 18 份花生并生长, 但生长势和感染指数在不同品种之间差异很大。18 份花生品种平均结果见图 1。高抗品种 2 份, 分别是: 白沙 1016 和阜花 11 号, 感染指数 < 5, 明显高于其他花生品种的抗性。中抗品种 2 份, 分别是远杂 9102 和 304, 感染指数在 5.1~10.0。中感品种 12 份, 分别为螺 4087、2009-6、阜花 1.2、花育 20、鲁花 12 号、徐 9703、莱农 26、阜花 14、R-08-3、阜花 12、珍珠红、9820-1, 感染指数在 10.1~30.0。高感品种 2 份, 分别为红崖子小白沙和红崖子四粒红, 感染指数 > 30.1。



(a)红崖子小白沙



(b)红崖子四粒红



(c)红徐9703



(d)莱农26

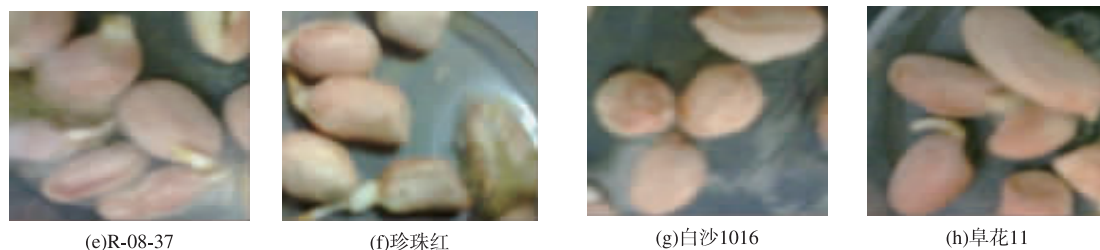


图1 不同品种感染黄曲霉差异比较

Fig. 1 Difference peanut lines infected by *Aspergillus flavus*

### 2.3 薄层层析法(TLC)检测黄曲霉毒素

花生感染黄曲霉菌后在适宜的条件下产生毒素,对感染后的花生进行黄曲霉毒素提取,经过点

样、层析、扫描后,通过对比各品种的峰面积,得出18种花生的黄曲霉毒素质量浓度,见表1、图2和图3。

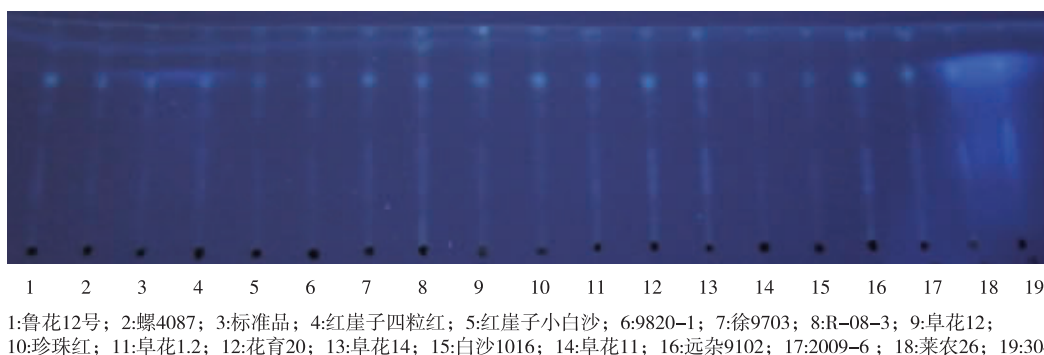


图2 黄曲霉毒素荧光薄层色谱(FLU-TLC)

Fig. 2 FLU-TLC of Aflatoxin

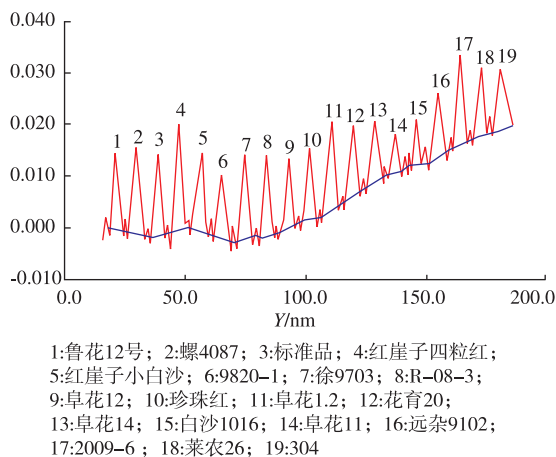


图3 荧光薄层的峰面积

Fig. 3 Peak area of FLU-TLC

由扫描结果可知,红崖子小白沙的峰面积最大,黄曲霉侵染后产生的毒素最多,质量浓度为30.92 ng/mL,红崖子四粒红的峰面积与红崖子小白沙相近,而阜花11的最小质量浓度为2.72 ng/mL,

产生的黄曲霉毒素最少。

综合感染实验和黄曲霉毒素含量检测的实验结果,可知花生品种分为抗黄曲霉菌感染和抗产毒素两个方面,本实验选用的品种侵染率和合成毒素质量浓度基本一致。通过对18份花生的筛选鉴定发现,感染率高的品种,产毒量一般都较高,例如红崖子小白沙、红崖子四粒红、螺4087等,而感染率低的品种,产毒量可能较高或较低,例如远杂9102的感染率低于R-08-3、阜花12、珍珠红等,但其产毒量却明显比它们高;而白沙1016和阜花11的感染率是最低的,它们的产毒量也最低。

### 2.4 高效液相色谱法(HPLC)检测黄曲霉毒素

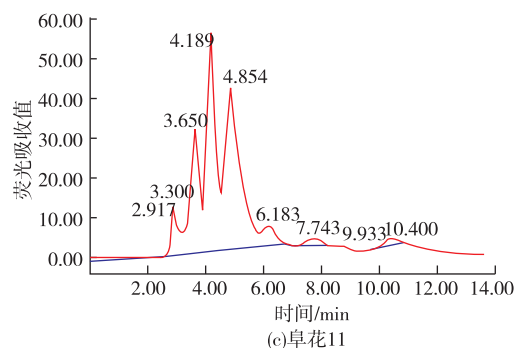
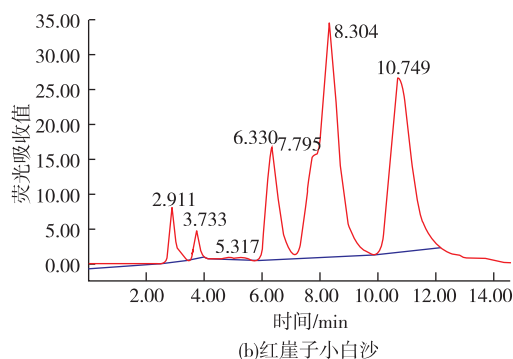
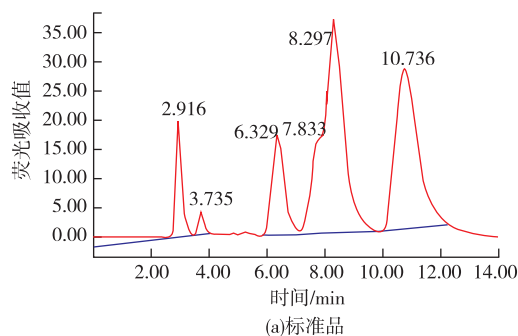
对感染后的花生进行黄曲霉毒素提取,并用高效液相色谱法测定红崖子四粒红和阜花11黄曲霉毒素提取样品,将峰面积与标准品进行比较,得出红崖子四粒红中黄曲霉毒素质量浓度为30.21 ng/mL,阜花11中黄曲霉毒素质量浓度为2.55 ng/mL,见图4。

表 1 花生品种感染指数和 FLU-TLC 结果

Tab. 1 Infection Index and FLU-TLC value of Aflatoxinon peanut lines

| 序号 | 品种      | 感染指数  | 反应 | 峰高/mm  | 峰面积    | 比值/%  |
|----|---------|-------|----|--------|--------|-------|
| 1  | 红崖子小白沙  | 51.50 | HS | 57.22  | 60.870 | 1.546 |
| 2  | 红崖子四粒红  | 35.92 | S  | 48.26  | 50.699 | 1.287 |
| 3  | 螺 4087  | 26.57 | MS | 30.01  | 48.636 | 1.235 |
| 4  | 2009-6  | 23.90 | MS | 165.27 | 50.272 | 1.277 |
| 5  | 阜花 12   | 21.05 | MS | 111.19 | 50.321 | 1.278 |
| 6  | 鲁花 12 号 | 20.78 | MS | 21.65  | 45.083 | 1.145 |
| 7  | 花育 20   | 19.56 | MS | 120.34 | 39.547 | 1.004 |
| 8  | 徐 9703  | 17.00 | MS | 75.52  | 42.584 | 1.081 |
| 9  | 莱农 26   | 15.62 | MS | 174.04 | 33.000 | 0.838 |
| 10 | 阜花 14   | 15.52 | MS | 129.47 | 37.513 | 0.953 |
| 11 | R-08-3  | 14.71 | MS | 84.04  | 34.499 | 0.876 |
| 12 | 阜花 12   | 13.38 | MS | 93.23  | 32.144 | 0.816 |
| 13 | 珍珠红     | 12.56 | MS | 102.03 | 28.151 | 0.715 |
| 14 | 9820-1  | 11.13 | MS | 65.67  | 24.994 | 0.635 |
| 15 | 304     | 8.42  | MR | 183.42 | 24.622 | 0.625 |
| 16 | 远杂 9102 | 6.00  | MR | 155.87 | 36.434 | 0.925 |
| 17 | 白沙 1016 | 4.56  | R  | 147.26 | 21.712 | 0.551 |
| 18 | 阜花 11   | 3.56  | R  | 137.86 | 5.345  | 0.136 |
| 19 | 标准品     |       |    | 38.96  | 39.379 | 5.739 |

注: 比值(%) = 样品峰面积/标准品峰面积×100%



注: 标准品峰面积:1456180; 红崖子小白沙峰面积: 879824; 阜花 11 峰面积:74265

图 4 高效液相色谱测定黄曲霉质量浓度结果

Fig. 4 HPLC Value of Aflatoxin on peanut lines

### 3 结 语

花生黄曲霉感染是一种普遍但危害巨大的病害, 虽然其发病程度受环境和实验条件的影响很大, 目前还难以制定统一的抗性分级标准, 但本方法是在基于表观评估、TLC 半定量法和 HPLC 准确定量的方法的基础上建立起来的。通过实验表明, 选取的花生品种这三种方法基本一致, 特别是易感和抗性品种中具有高度的一致性。抗产毒的能力鉴定, 主要依赖于对感染了黄曲霉菌的花生进行黄曲霉毒素检测, 测得的质量浓度越低, 表明该品种抑制黄曲霉菌产毒的能力越强; 反之, 则表明该品种的抗产毒性越弱<sup>[25]</sup>。

作者采用黄曲霉 NRRL3357 菌株是具有代表性的黄曲霉测序的菌株, 鉴定出的高抗品种, 对黄曲霉具有普遍抗性, 可以作为花生品种抗黄曲霉的初筛依据<sup>[26]</sup>。经接种后的花生仁上霉菌孢子较多, 故未对样品进行磨碎处理, 只直接提取了整粒样品的部分毒素, 花生内部的毒素没有计算在内。

本研究鉴定筛选出 2 个高抗黄曲霉毒素的花生品种, 分别是白沙 1016 和阜花 11。实验结果表明, 这两种花生既是抗感染又是抗产毒的品种, 可作为在种植和保藏期期间抵抗黄曲霉菌的优良品种来源, 具有一定意义上的推广价值, 这不仅有利于提高花生的质量, 减少黄曲霉毒素的产生和沿食品饲料链传递, 还真正保障了食品安全和人民健康。

## 参考文献:

- [1] 胡东青,庞国兴,张治宇,等. 出口花生黄曲霉毒素污染的预防与控制[J]. 花生学报,2011,40(1):36-38.  
HU Dong-qing,PANG Guo-xing,ZHANG Zhi-yu,et al. The prevention and control of aflatoxin contamination on export peanut products[J]. **Journal of Peanut Science**,2011,40(1):36-38.(in Chinese)
- [2] Kurtzman C P,Horn B W,Hesseltine C W. *Aspergillus nomius*, a new aflatoxin-producing species related to *Aspergillus flavus* and *Aspergillus tamarii*[J]. **Antonie van Leeuwenhoek**,1987,53:147-158.
- [3] 王海彬,李培武. 花生中黄曲霉毒素免疫层析快速定量技术研究[D]. 北京:中国农业科学院,2012.
- [4] 张宸. 我国主要食品中黄曲霉毒素 B<sub>1</sub> 调查与风险评估[D]. 杨陵:西北农林科技大学,2008.
- [5] 汤建榕. 广西黄曲霉毒素的研究进展[J]. 中兽医医药杂志,1999(4):33-35.  
TANG Jian-rong. Research progress of aflatoxin in Guangxi [J]. **Journal of Traditional Chinese Veterinary Medicine**,1999(4):33-35.(in Chinese)
- [6] 王若军,苗朝华,张振雄,等. 中国饲料及饲料原料受霉菌毒素污染的调查报告[J]. 饲料工业,2003,24(7):33-35.  
WANG Ruo-jun,MIAO Chao-hua,ZHANG Zhen-xiong,et al. The survey of China feed and feed raw materials contaminated with mycotoxins[J]. **Feed Industry**,2003,24(7):33-35.(in Chinese)
- [7] 李区. 黄曲霉毒素分析方法进展[J]. 广西水产科技,2002,3:12-16.  
LI Qu. The headway of aflatoxin analysis method[J]. **Fisheries Science & Technology of Guangxi**,2002,3:12-16.(in Chinese)
- [8] 肖达人,王圣玉,瞿桢,等. 花生抗黄曲霉毒素污染研究进展[J]. 花生科技,1999(1):124-129.  
XIAO Da-ren,WANG Sheng-yu,QU Zhen,et al. Study progress of Peanut resisting aflatoxin contamination [J]. **Peanut Science and Technology**,1999(1):124-129.(in Chinese)
- [9] 刘艳丽,程安春,汪铭书. 黄曲霉毒素及其检测方法的研究进展[J]. 黑龙江畜牧兽医,2006,16:15-18.  
LIU Yan-li,CHENG An-chun,WANG Ming-shu. Research progress of aflatoxin and its detection method [J]. **Heilongjiang Animal Science and Veterinary Medicine**,2006,16:15-18.(in Chinese)
- [10] 董焕程. 影响我国饲料质量安全的因素及对策的研究[D]. 北京:中国农业大学,2004.
- [11] 雷永. 花生对黄曲霉菌侵染抗性的分子标记[D]. 北京:中国农业科学研究院,2004.
- [12] 徐明辉,秦雪. 黄曲霉毒素致肝癌机制研究进展[J]. 国际检验医学杂志,2009,30(6):547-548.  
XU Ming-hui,QIN Xue. Study on the mechanism of development of hepatocellular carcinoma induced by aflatoxin [J]. **International Journal of Laboratory Medicine**,2009,30(6):547-548.(in Chinese)
- [13] 许艳丽. 产黄曲霉毒素菌株的检测方法及产毒条件的研究[D]. 青岛:中国海洋大学,2008.
- [14] 庄伟建,方树民,李毓等. 花生品种(系)抗黄曲霉筛选鉴定[J]. 福建农业学报,2007,22(3):261-265.  
ZHUANG Wei-jian,FANG Shu-min,LI Yu,et al. Screening and identification of resistant peanut varieties and strains to *Aspergillus flavus*[J]. **Fujian Journal of Agricultural Sciences**,2007,22(3):261-265.(in Chinese)
- [15] Rao K S,Tulpule P G. Varietal differences of groundnut in the production of aflatoxin[J]. **Nature**,1967,214:738-739.
- [16] Kulkarni Y,Sharief L G,Sarma V S. "Asiriy a Mwitunde" groundnut gives good results at Hyderabad [J]. **Indian Farming**,1967,17(9):9-12.
- [17] 孙秀兰,张银志,汤坚,等. 黄曲霉毒素 B<sub>1</sub> 金标检测体系建立过程中的影响因素[J]. 食品与生物技术学报,2006,6(25):37-41.  
SUN Xiu-lan,ZHANG Yin-zhi,TANG Jian,et al. Study on factors influencing on the development of nanogold-labeled assay system of aflatoxin B<sub>1</sub> in foods[J]. **Journal of Food Science and Biotechnology**,2006,6(25):37-41.(in Chinese)
- [18] Fingania M,Bupea S,Joannee T. Fungi,aflatoxins,and cyclopiazonic acid associated with peanut retailing in botswana [J]. **Journal of Food Protection**,2004,67(1):96-102.
- [19] 郑荣,毛丹,王少敏,等. 脑立清丸等 6 种中成药中黄曲霉毒素 G<sub>2</sub>、G<sub>1</sub>、B<sub>2</sub>、B<sub>1</sub> 的测定[J]. 中成药,2010,32(3):418-422.  
ZHENG Rong,MAO Dan,WANG Shao min,et al. HPLC determination of aflatoxin G<sub>2</sub>、G<sub>1</sub>、B<sub>2</sub>、B<sub>1</sub> in 6 traditional Chinese drugs [J]. **Chinese Traditional Patent Medicine**,2010,32(3):418-422.(in Chinese)
- [20] 栗建明,李纯,顾利红,等. 快速液相色谱-串联质谱法测定果实类药材中的黄曲霉毒素[J]. 中国药理学杂志,2012(1):65-68.  
LI Jian-ming,LI Chun,GU Li-hong,et al. Dtermination of aflatoxins in fruit trditional Chinese medicines by rapid-resolution liquid chromatography tandem mass spectrometry[J]. **Chinese Pharmaceutical Journal**,2012(1):65-68.(in Chinese)

- [21] 刘慧. 现代食品微生物学实验技术[M]. 北京:中国轻工业出版社,2008.
- [22] 柳洁,何碧英. 高效液相色谱法测定食品中黄曲霉毒素的方法研究[J]. 现代预防医学,2002,39(2):137-140.  
LIU Jie, HE Bi-ying. Determination of aflatoxin B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, G<sub>1</sub>, G<sub>2</sub>, M<sub>1</sub> in foods by high performance liquid chromatography with solid phase extraction[J]. **Modern Preventive Medicine**, 2002, 39(2): 137-140. (in Chinese)
- [23] Mixon A C. Developing groundnut lines with resistance to seed colonisation by toxin-producing strains of *Aspergillus flavus* species[J]. **PANS**, 1979, 25(4): 394-400.
- [24] Mehan, V K, McDonald D, Nigam S N, et al. Groundnut cultivars with seed resistant to invasion by *Aspergillus flavus* [J]. **Oleagineux**, 1981, 36(10): 501-507.

## 会 议 信 息

### 会议名称(中文): 第二届全国农产品产地初加工学术研讨会

所属学科: 农林基础, 作物学及林木育种、生物学、植物营养学、农林植物保护学

开始日期: 2013-09-01

所在城市: 北京市 东城区

主办单位: 中国农业工程学会

承办单位: 《农业工程学报》编辑部

联系人: 王军莉

联系电话: 010-65911152

E-MAIL: wangjunli-2009@163.com

会议网站: [http://www.csae.org.cn/news\\_look.asp?typecode=0601&Id=2277](http://www.csae.org.cn/news_look.asp?typecode=0601&Id=2277)

### 会议名称(中文): 2013年中国水产学会学术年会

开始日期: 2013-10-22

结束日期: 2013-10-24

所在城市: 安徽省 合肥市

主办单位: 中国水产学会

议题: 创新驱动与渔业转型发展

联系人: 樊菲菲 刘富林

联系电话: 010-59199607, 59199608 E-MAIL: e-mail: csfish@vip.163.com

会议网站: <http://www.csfish.org.cn/csf/showInfo.asp?id=929>

### 会议名称(中文): 第四届中国临床微生物学大会暨微生物学与免疫学论坛

所属学科: 细胞生物学, 病毒与免疫学, 医学免疫学, 病原生物学

开始日期: 2013-09-13

结束日期: 2013-09-15

所在城市: 江苏省 无锡市

具体地点: 无锡国际饭店

主办单位: 中国微生物学会临床微生物学专业委员会、《医学参考报》微生物学与免疫学频道编委会和宁波大学医学院附属医院

协办单位: 宁波大学和海南省临床微生物学检测与研究中心

联系人: 包瑜瑛 (18758810661)

联系电话: 0574-87035856

传真: 0574-87035856

E-MAIL: [clinmicrobiolab@vip.sina.com](mailto:clinmicrobiolab@vip.sina.com)/2524483514@qq.com

会议网站: <http://csm.im.ac.cn/templates/team/introduction.aspx?nodeid=9&page=ContentPage&contentid=2126>