

“储粮害虫防治研究”专题文章之二

DOI: 10.16210/j.cnki.1007-7561.2020.05.010

# 不同大米包装材料防害虫钻蛀性研究

徐景锋<sup>1</sup>, 吕建华<sup>2</sup>, 霍鸣飞<sup>2</sup>, 黄河舟<sup>1</sup>, 李尹龙<sup>1</sup>

(1. 中粮米业(岳阳)有限公司 湖南 岳阳 414100;

2. 河南工业大学 粮油食品学院, 河南 郑州 450001)

**摘要:** 在 28 °C、75%±5%相对湿度条件下, 进行四种储粮害虫赤拟谷盗、锈赤扁谷盗、谷蠹、米象对七种常见大米包装材料的钻蛀能力的研究。结果表明, 双面覆膜打孔包装与单面覆膜打孔包装抗虫性差, 对不同虫态的四种储粮害虫均无防御作用。双面覆膜不打孔包装、双面覆膜带内衬包装、真空包装和充气包装能够防御四种害虫钻蛀。

**关键词:** 储粮害虫; 大米包装; 害虫钻蛀; 双面覆膜打孔包装; 单面覆膜打孔包装; 不打孔包装; 真空包装; 充气包装

中图分类号: TS212.8 文献标识码: A 文章编号: 1007-7561(2020)05-0074-05

## Study on the Resistance of Different Rice Packaging Materials Against Insect Pests

XU Jing-feng, LV Jian-hua, HUO Ming-fei, HUANG He-zhou, LI Yin-long

(1. COFCO Rice Yueyang Processing, Yueyang, Hunan 414100, China;

2. College of Cereals, Oils and Foods, Henan University of technology, Zhengzhou, Henan 450001, China)

**Abstract:** This study investigated the boring ability of four stored grain insects including *Tribolium castaneum*, *Cryptolestes ferrugineus*, *Rhizopertha dominica*, and *Sitophilus oryzae* to seven common rice packaging materials at the temperature of 28 °C and relative humidity of 75%±5%. The results showed that the double-sided coated perforated packaging material and the single-sided film perforated packaging material exhibited poor insect resistance and had no defense against the four insects at different life stages. However, the double-sided coated non-perforated packaging material, the double-sided coated packaging material with lining, the vacuum PE packaging material, and the inflatable PE packaging material can prevent the boring of the four insects.

**Key words:** stored products insect; rice packaging; boring ability; double-sided coated perforated packaging; single-sided film perforated packaging; non-perforated packaging; vacuum PE packaging; inflatable packaging

大米是人类最重要的粮食来源之一, 是世界一半人口的主要食粮<sup>[1-2]</sup>。大米在产后储藏、加工过程中时常受到储藏物害虫的侵害<sup>[3]</sup>, 造成品质下降, 甚至失去食用价值。采用适当的包装材料阻隔害虫危害是一种有效的物理防控方式<sup>[4]</sup>。

目前大米包装材料主要包括塑料编织袋、覆膜塑料编织袋、复合塑料袋、纸类包装材料等<sup>[5]</sup>。但在生产实践中不同大米包装材料的防虫抗虫效果差别较大<sup>[6-8]</sup>。为合理评价常用大米包装材料的防虫抗虫效果, 本文详细研究不同虫态的 4 种主要储粮害虫对当前常用的 7 种大米包装材料的钻蛀率, 为科学选用大米包装材料, 有效防治储粮害虫为害, 延长大米保质期提供科学依据。

收稿日期: 2020-06-03

作者简介: 徐景锋, 男, 1980 年出生, 工程师, 研究方向为粮油储藏。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试虫源

本试验中所用试虫均在河南工业大学害虫防治试验室的培养箱 (28 °C、相对湿度 75%±5%) 内饲养, 其中米象 *Sitophilus oryzae* (Linnaeus) 和谷蠹 *Rhizopertha dominica* (Fabricius) 用小麦饲养, 赤拟谷盗 *Tribolium castaneum* (Herbst) 和锈赤扁谷盗 *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) 用全麦粉与干酵母按质量比 9 : 1 混合饲养。赤拟谷

盗、锈赤扁谷盗、谷蠹、锈赤扁谷盗随机选取 1 日龄的卵、18 日龄的幼虫、羽化后 10 日龄的健康成虫以供试验使用。

### 1.2 试验材料

玻璃瓶: 试验时用来盛放试验用虫, 距离瓶口处的内壁上均匀涂一层聚四氟乙烯, 形成光滑的内壁; 培养皿: 边缘涂上一层聚四氟乙烯; 毛笔: 清洗、烘干, 为试验做好准备。七种包装材料: 中粮米业 (岳阳) 有限公司提供, 具体见表 1。

表 1 包装材料相关技术参数、材质

包装类别	材质 (是否打孔, 是否覆膜等)	厚度/um	克重/g
1 (打孔、覆膜的 10 kg 规格 PP 包装袋)	18 u 亚光膜/80 g 基布/单面珠光/双面覆膜/折 M 边/打手提/打孔	151	54
2 (不打孔、覆膜 10 kg 规格 PP 包装袋)	15 uopp/75 g 基布/单面覆膜/折 M 边 /不打孔	152	48
3 (带内衬塑料袋的 10 kg 规格 PP 包装袋)	BOPP 亚光彩印膜 18 um/珠光膜 25 um/涂膜 18 um/透明 PP 编织布 100 g/m <sup>2</sup> , 带内衬袋, 不打孔, 不充气, 不抽真空	199	63
4 (抽真空 5 kg 规格 PE 袋)	PA15/PE95, 双层抽真空, 不打孔	113	52
5 (充气包装的 5 kg 规格 PE 袋)	PA15/PE125, 单层充二氧化碳, 不打孔	142	55
6 (打孔、单面覆膜的 10 kg 规格 PP 袋)	18 u 亚光膜/80 g 基布/单面珠光/折 M 边/打手提/打孔	152	48
7 (不覆膜、不打孔的 10 kg 规格 PP 包装袋)	15 u/75 g 基布/不打孔	150	35

### 1.3 试验方法

将试验包装材料分别制成 10×10 cm 大小的包装袋, 每袋装入 10 g 大米热封后分别放入玻璃瓶中, 然后再分别放入 20 头米象 (成虫)、谷蠹 (成虫、卵)、锈赤扁谷盗 (成虫、幼虫、卵)、赤拟谷盗 (成虫、幼虫、卵) 后用棉布封口, 置于 28 °C、相对湿度 75%±5% 的培养箱内。四种试虫成虫连续观察 7 d, 记录其钻蛀情况。赤拟谷盗、锈赤扁谷盗、谷蠹 3 种幼虫连续观察 10 d, 记录其每天钻入包装袋内数量。赤拟谷盗、锈赤扁谷盗、谷蠹 3 种虫卵在第 15 d 打开包装袋、观察包装内幼虫情况, 记录其钻入包装袋内数量。

重复 4 次。成虫、幼虫、卵的观察方法: 依据 GBT 24534.1—2009《谷物与豆类隐蔽性昆虫感染的测定》基准方法执行。

### 1.4 数据处理

使用 Microsoft Excel 记录数据、SPSS19.0 对试验包装材料及时间数据进行方差分析。

$$\text{钻蛀率} = \frac{\text{钻入虫量}}{\text{放入瓶中总虫数}} \times 100\%$$

## 2 结果与分析

### 2.1 赤拟谷盗对不同包装材料的钻蛀率

#### 2.1.1 赤拟谷盗成虫对不同包装材料的钻蛀率

由表 2 可知, 在 28 °C、75% 相对湿度条件下,

表 2 赤拟谷盗成虫前 7 天钻蛀率

包装材料	观察时间/d							%
	1	2	3	4	5	6	7	
1	21.25±6.57ABa	40.00±8.90Aa	33.75±2.39Ab	16.25±9.66ABa	26.25±12.80Aa	22.50±6.29ABa	22.50±6.45ABa	
2	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ac	
3	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ac	
4	10.00±2.89ABb	18.75±8.98ABb	23.75±9.66Ab	6.25±3.15ABab	13.75±8.99ABab	15.00±5.40ABa	10.00±4.08ABb	
5	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ac	
6	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ac	
7	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ac	

注: 表中的数值代表平均值±标准误差。表中大写字母不同表示同一行差异显著 ( $P < 0.05$ ), 小写字母不同表示同一列差异显著 ( $P < 0.05$ ), 以下表同。

赤拟谷盗成虫第一天就能钻透双面覆膜打孔包装袋和单面覆膜打孔包装袋，之后 6 d 的钻蛀率无规律变化。对其它 5 种包装材料的钻蛀率为 0。

2.1.2 赤拟谷盗幼虫对不同包装材料的钻蛀率

由表 3 可知，在 28 °C、75%相对湿度条件下，赤拟谷盗幼虫第 1 d 就能够钻透双面覆膜打孔包装袋和单面覆膜打孔包装袋。随着观察时间的延长钻蛀率呈现递增趋势。另外 5 种包装材料的钻蛀率为 0。

2.1.3 赤拟谷盗卵孵化后幼虫对不同包装材料的钻蛀率

在 28 °C、75%相对湿度条件下，赤拟谷盗卵的孵化率为 85%。由表 4 可知，在 28 °C、75%相对湿度条件下，赤拟谷盗卵初孵化幼虫能够钻蛀双面覆膜打孔包装袋、单面覆膜打孔包装袋和不覆膜不打孔包装袋，对双面覆膜打孔包装袋和单面覆膜打孔包装袋的钻蛀率显著高于不覆膜不打孔包装袋。对其它 4 种包装材料的钻蛀率为 0。

表 3 赤拟谷盗幼虫前 10 天钻蛀率

包装材料	观察时间/d										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0.00±0.00Ea	53.75±5.91Da	63.75±4.27CDa	71.25±5.15BCa	71.25±5.54BCa	80.00±4.56ABa	85.00±3.54Aa	83.75±2.39ABa	83.75±2.39ABa	88.75±2.39Aa	87.50±3.23Aa
2	0.00±0.00Aa	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac
3	0.00±0.00Aa	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac
4	0.00±0.00Ea	6.25±2.39Eb	21.25±3.15Db	30.00±2.89CDb	40.00±3.54BCb	45.00±4.56Bb	60.00±5.77Ab	70.00±5.40Ab	68.75±3.15Ab	70.00±3.54Ab	70.00±3.54Ab
5	0.00±0.00Aa	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac
6	0.00±0.00Aa	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac
7	0.00±0.00Aa	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac

表 4 赤拟谷盗卵前 15 天钻蛀率

包装材料	观察时间/d	
	0	15
1	0.00±0.00a	53.75±7.47a
2	0.00±0.00a	0.00±0.00b
3	0.00±0.00a	0.00±0.00b
4	0.00±0.00a	40.00±7.36a
5	0.00±0.00a	12.50±12.50b
6	0.00±0.00a	0.00±0.00b
7	0.00±0.00a	0.00±0.00b

打孔包装袋、单面覆膜打孔包装袋的钻蛀率较高，第 2 d 以后均达到 90%以上，但对双面覆膜不打孔包装袋、双面覆膜带内衬包装袋、不覆膜不打孔包装袋、真空包装袋、充气包装袋是钻蛀率为 0，表明其抗虫性较强。

2.2.2 锈赤扁谷盗幼虫对不同包装材料的钻蛀率

由表 6 可知，锈赤扁谷盗幼虫对双面覆膜打孔包装袋、单面覆膜打孔包装袋、不覆膜不打孔包装袋的钻蛀情况明显，随着观察时间的增加钻蛀率呈现上升趋势。锈赤扁谷盗幼虫对双面覆膜不打孔包装袋、双面覆膜带内衬袋、真空包装袋、充气包装袋的钻蛀率为 0，表明其抗虫性较强。

2.2 锈赤扁谷盗对不同包装材料的钻蛀率

2.2.1 锈赤扁谷盗成虫对不同包装材料的钻蛀率

由表 5 可得知，锈赤扁谷盗成虫对双面覆膜

表 5 锈赤扁谷盗成虫前 7 天钻蛀率

包装材料	观察时间/d						
	1	2	3	4	5	6	7
1	25.00±25.00Ba	98.75±1.25Aa	96.25±2.39Aa	96.25±2.39Aa	96.25±7.50Aa	97.50±1.44Aa	98.75±1.25Aa
2	0.00±0.00Aa	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ac
3	0.00±0.00Aa	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ac
4	0.00±0.00Ba	90.00±7.07Ab	90.00±8.42Aa	95.00±2.89Aa	92.50±5.95Aa	90.00±8.42Aa	93.75±2.39Ab
5	0.00±0.00Aa	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ac
6	0.00±0.00Aa	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ac
7	0.00±0.00Aa	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ac

表 6 锈赤扁谷盗幼虫前 10 天钻蛀率

包装材料	观察时间/d										%	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		10
1	0.00±0.00Ea	26.25±5.54Da	42.50±3.23Db	61.25±8.51BCa	70.00±7.36ABa	70.00±16.96ABa	81.25±5.15ABa	87.50±3.23Aa	86.25±3.75Aa	85.00±2.89Aa	86.25±2.39Aa	
2	0.00±0.00Aa	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ad	0.00±0.00Ad	0.00±0.00Ad	0.00±0.00Ad	
3	0.00±0.00Aa	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ad	0.00±0.00Ad	0.00±0.00Ad	0.00±0.00Ad	
4	0.00±0.00Ea	11.25±4.27Eb	48.75±3.15CDa	32.50±7.22Db	52.50±4.33BCb	77.50±7.77Aa	62.50±11.99ABCb	68.75±6.57ABb	67.50±6.29ABCb	72.50±3.23Ab	73.75±4.27Ab	
5	0.00±0.00Ba	0.00±0.00Bc	0.00±0.00Bc	0.00±0.00Bc	2.50±2.50Bc	8.75±2.39ABb	10.00±3.54ABc	13.75±4.27Ac	15.00±4.56Ac	15.00±4.56Ac	15.00±4.56Ac	
6	0.00±0.00Aa	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Aa	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ad	0.00±0.00Ad	0.00±0.00Ad	0.00±0.00Ad	
7	0.00±0.00Aa	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ad	0.00±0.00Ad	0.00±0.00Ad	0.00±0.00Ad	

2.2.3 锈赤扁谷盗卵孵化后幼虫对不同包装材料的钻蛀率

在 28 °C、75%相对湿度条件下，锈赤扁谷盗卵的孵化率为 83%。由表 7 可知，在 28 °C、75%相对湿度条件下，锈赤扁谷盗卵初孵化幼虫对双面覆膜打孔包装袋、单面覆膜打孔包装袋、不覆膜不打孔包装袋的钻蛀情况明显，且对双面覆膜打孔包装袋、单面覆膜打孔包装袋的钻蛀率显著高于不覆膜不打孔包装袋。锈赤扁谷盗卵初孵化

表 7 锈赤扁谷盗卵前 15 天钻蛀率

包装材料	观察时间/d		%
	0	15	
1	0.00±0.00a	36.25±8.98a	
2	0.00±0.00a	0.00±0.00c	
3	0.00±0.00a	0.00±0.00c	
4	0.00±0.00a	18.75±4.73b	
5	0.00±0.00a	42.50±9.24a	
6	0.00±0.00a	0.00±0.00c	
7	0.00±0.00a	0.00±0.00c	

幼虫对双面覆膜不打孔包装袋、双面覆膜带内衬包装袋、真空包装袋、充气包装袋的钻蛀率为 0，表明其抗虫性较强。

2.3 米象成虫对不同包装材料的钻蛀率

由表 8 可得知，米象成虫对双面覆膜打孔包装袋、单面覆膜打孔包装袋的钻蛀率较高，且随着观察时间的增长钻蛀率呈现上升趋势，但对双面覆膜不打孔包装袋、双面覆膜带内衬包装袋、不覆膜不打孔包装袋、真空包装袋、充气包装袋是钻蛀率为 0，表明其抗虫性较强。

2.4 谷蠹对不同包装材料的钻蛀率

2.4.1 谷蠹成虫对不同包装材料的钻蛀率

由表 9 可得知，谷蠹成虫对双面覆膜打孔包装袋、单面覆膜打孔包装袋的钻蛀率较高，但对双面覆膜不打孔包装袋、双面覆膜带内衬包装袋、不覆膜不打孔包装袋、真空包装袋、充气包装袋是钻蛀率为 0，表明其抗虫性较强。

表 8 米象成虫前 7 天钻蛀率

包装材料	观察时间/d							%
	1	2	3	4	5	6	7	
1	11.25±3.15DEa	27.50±8.29CDb	46.25±10.48BCb	42.50±7.50BCb	67.50±13.77ABa	81.25±8.98Aa	78.75±8.00Aa	
2	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ab	
3	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ab	
4	0.00±0.00Bb	53.75±19.08Aa	72.50±13.15Aa	80.00±12.25Aa	76.25±15.46Aa	83.75±11.79Aa	83.75±11.79Aa	
5	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ab	
6	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ab	
7	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ab	

2.4.2 谷蠹幼虫对不同包装材料的钻蛀率

由表 10 可知，谷蠹幼虫对双面覆膜打孔包装

袋、单面覆膜打孔包装袋的钻蛀率较高，但对双面覆膜不打孔包装袋、不覆膜不打孔包装袋、双

面覆膜带内衬袋、真空包装袋、充气包装袋的钻蛀率为 0，表明其抗虫性较强。

2.4.3 谷蠹卵孵化后幼虫对不同包装材料的钻蛀率

在 28 ℃、75%相对湿度条件下，谷蠹卵的孵化率为 86%。由表 11 可知，在 28 ℃、75%相对

湿度条件下，谷蠹卵初孵化幼虫能够钻入双面覆膜打孔包装袋、单面覆膜打孔包装袋、不覆膜不打孔包装袋，但对双面覆膜不打孔包装袋、双面覆膜带内衬包装袋、真空包装袋、充气包装袋的钻蛀率为 0，表明其抗虫性较强。

表 9 谷蠹成虫前 7 天钻蛀率 %

包装材料	观察时间/d						
	1	2	3	4	5	6	7
1	0.00±0.00Ba	38.75±10.48ABb	47.50±15.61Ab	52.50±17.14Ab	47.50±15.34Ab	50.00±15.68Ab	51.25±16.38Ab
2	0.00±0.00Aa	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac
3	0.00±0.00Aa	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac
4	0.00±0.00Ba	68.75±9.44Aa	81.25±6.88Aa	73.75±7.18Aa	77.50±6.61Aa	77.50±7.50Aa	80.00±7.36Aa
5	0.00±0.00Aa	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac
6	0.00±0.00Aa	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac
7	0.00±0.00Aa	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac	0.00±0.00Ac

表 10 谷蠹幼虫前 10 天钻蛀率 %

包装类型	观察时间/d										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0.00±0.00Ba	0.00±0.00Ba	87.50±10.90Aa	87.50±10.90Aa	87.50±10.90Aa	88.75±9.66Aa	88.75±9.66Aa	88.75±9.66Aa	88.75±9.66Aa	82.50±9.24Aa	70.00±9.79Aa
2	0.00±0.00Aa	0.00±0.00Aa	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ab
3	0.00±0.00Aa	0.00±0.00Aa	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ab
4	0.00±0.00Ba	0.00±0.00Ba	92.50±7.50Aa	92.50±7.50Aa	92.50±7.50Aa	92.50±7.50Aa	92.50±7.50Aa	92.50±7.50Aa	92.50±7.50Aa	81.25±7.47Aa	81.25±7.47Aa
5	0.00±0.00Aa	0.00±0.00Aa	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ab
6	0.00±0.00Aa	0.00±0.00Aa	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ab
7	0.00±0.00Aa	0.00±0.00Aa	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ab	0.00±0.00Ab

表 11 谷蠹卵前 15 天钻蛀率 %

包装材料	观察时间/d	
	0	15
1	0.00±0.00a	32.50±11.64a
2	0.00±0.00a	0.00±0.00b
3	0.00±0.00a	0.00±0.00b
4	0.00±0.00a	33.75±8.26a
5	0.00±0.00a	17.50±6.61ab
6	0.00±0.00a	0.00±0.00b
7	0.00±0.00a	0.00±0.00b

3 结论

双面覆膜打孔包装与单面覆膜打孔包装抗虫性最差，其钻蛀率最高可达 100%，对四种害虫不同虫态都无防御作用。双面覆膜不打孔包装、双面覆膜带内袋包装、真空包装、充气包装抗虫性较好，对四种试虫的钻蛀率为 0，能够较好防御储粮害虫

为害。四种虫的幼虫比成虫的钻蛀率高能力强。总体来说打孔包装和未覆膜的塑料编织袋包装抗虫性较差，未打孔、覆膜和复合塑料包装抗虫性较好。

参考文献:

[1] ZHOU Z, ROBARDS K, HELLIWELL S, et al. Ageing of stored rice: changes in chemical and physical attributes[J]. Journal of Cereal Science, 2002, 35(1): 65-78.

[2] 李志敏, 吴志娜, 宋军. 大米安全过夏中的贮藏技术[J]. 食品与生物技术学报, 1991(1): 42-47.

[3] 张国樑. 储粮害虫的危害及其防治对策[J]. 黑龙江粮食, 2007(5): 35-37.

[4] 张露. 食品包装[M]. 化学工业出版社, 2007.

[5] 李大鹏. 食品包装学[M]. 中国纺织出版社, 2014.

[6] 周显青, 伦利芳, 张玉荣, 等. 大米储藏与包装的技术研究进展[J]. 粮油食品科技, 2013, 21(2): 71-75.

[7] 田学军, 黄少云, 丁建军, 等. 大米包装形式演变探析[J]. 包装世界. 2015(1): 6-8.

[8] 沈兆鹏. 绿色储粮--用塑料薄膜包装材料防治储粮害虫[J]. 粮食科技与经济, 2005, 30(6): 6-8.