

# 六个品种小麦对玉米象的抗虫性比较研究

王殿轩<sup>1</sup>,袁玉珂<sup>1</sup>,张志雄<sup>2</sup>

(1. 河南工业大学 粮油食品学院,粮食储藏与安全教育部工程研究中心,粮食储运国家工程  
实验室,河南 郑州 450001;2. 洛阳市粮油质量监督检测站,河南 洛阳 471000)

**摘要:**试验选用产自河北、河南、山东等省的6个小麦品种,分别是良星66、泛麦8号、西农979、郑麦7698、济麦22和矮抗58。从田间获取的样品分别将其水分含量调节为12.5%左右,每16g粮食感染6头母代玉米象成虫(雌雄比为4:2),之后检查其子代成虫羽化数量,羽化时间,并计算发育历期和敏感系数。主要结果为:济麦22中的玉米象平均发育历期最短(40.8 d),子代成虫数量最多(46头),对玉米象的敏感系数为9.40;西农979中的玉米象平均发育历期为42.6 d,子代成虫数量为8头,对玉米象的敏感系数为4.98。抗虫性最小的济麦22中玉米象子代成虫羽化初现时间、羽化高峰和终止时间都相应地是最短,抗虫性最大的西农979中害虫初现时间和终止时间有所延长,但并非最大值。良星66中的玉米象羽化终止时间最长,但其抗虫性却小于西农979。由样品感染卵至成虫初现的过程中小麦品种间的重量变化量差异不显著。结果表明:试验小麦品种间对玉米象的抗虫性差异显著,子代成虫出现数量多的小麦品种其敏感系数也相应地小,但羽化时间长短与小麦的敏感系数大小变化趋势不完全一致,小麦感染害虫后重量下降量与其敏感性相关性不明显。

**关键词:**小麦品种;玉米象;抗虫性;敏感系数;羽化时间;重量变化

**中图分类号:**S 379.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1007-7561(2015)01-0089-05

## Comparative study on resistance of six varieties of wheat to maize weevil

WANG Dian-xuan<sup>1</sup>, YUAN Yu-ke<sup>1</sup>, ZHANG Zhi-xiong<sup>2</sup>

(1. College of Food Science and Technology, Grain Storage and Security Engineering Research Center of Ministry of Education, National Engineering Laboratory of Grain Storage and Logistics, Henan University of Technology, Zhengzhou Henan 450001;  
2. Luoyang Grain & Oil Quality Supervision and Inspection Station, Luoyang Henan 471000)

**Abstract:** Six varieties of wheat were selected from Hebei, Henan and Shandong provinces, which were LiangXing 66, Fanmai 8, Xinong 979, Zhengmai 7698, Jimai 22 and Aikang 58, respectively. The moisture content of grain was adjusted to 12.5% after sampling from field. Each test sample in weight of 16 grams was infested by six parent weevils which ratio of female to male was four to two. The emergence time and progeny number of adults, weight changes of test sample were checked. And the sensitive coefficient was calculated according to the checked data. The results showed that in Jimai22 the mean development duration of the insect was shortest, for 40.8 days, and the number of progeny was biggest, 46 adults. The sensitive coefficient of Jimai22 to the weevil was 9.40. In Xinong979 the mean development duration of the insect was 42.6 days. The number of progeny was 8 adults. And the sensitive coefficient of Xinong979 was 4.98. The beginning time, peak number time and ending time of adult eclosion for the insect was gotten short for Jimai22 that the resistance to insects was on the lowest level. For Xinong979 that the resistance to insects was on top level, the beginning time and ending time of adult eclosion were

收稿日期:2014-07-28

基金项目:“十二五”国家科技支撑计划项目(2013BAD17B01)

作者简介:王殿轩,1962年出生,男,博士,教授。

bigger than others, but not the biggest number. For Liangxing66 that the resistance to insects was less than that of Xinong979, the ending time was longer than that of others. There was a little of change on weight of samples in the days from the insect egg infesting to beginning time of adult eclosion. The results showed that there were obvious differences in resistance to insects between wheat varieties. The smaller sensitive coefficient was, the more the progeny number was. The eclosion duration was not entirely consistent with trends of sensitive coefficient; and there was no obvious correlation between the sensitive coefficient and the weight change of wheat infested by the insect.

**Key words:** wheat variety; maize weevil; resistance to insects; sensitive coefficient; eclosion time, weight change.

小麦是世界上最早的栽培植物之一,迄今仍是世界上大多数国家的粮食和食品原料,是各国保证粮食安全的基础<sup>[1]</sup>。在中国的粮食消费总量中,小麦占到了43%左右。小麦在储藏期间易遭受仓库害虫的危害,其中以玉米象 *Sitophilus zeamais* (Motschulsky) 较为常见且危害严重,被视为头号储粮害虫,在适宜条件下造成的储粮巨大损失<sup>[2]</sup>。通常的储粮害虫以化学防治为主,但化学防治易使害虫产生抗药性<sup>[3]</sup>。如果能够利用粮食的抗虫性特点减少害虫危害,可有效减少粮食产后损失,相比于化学或物理方法更具有经济优势<sup>[4]</sup>。Fernando 较早报道了稻谷在储存期间对麦蛾 *Sitotroga cerealella* (Oliver) 的抗虫性,指出麦蛾喜欢在外颖与内颖间留有裂隙的稻谷上产卵,且幼虫容易钻入外壳破损的稻谷内造成危害等。杨志慧等研究了10种玉米品种对玉米象的抗虫性,指出抗性玉米品种表现产卵与取食的非嗜好性,子代数量少,而感虫玉米品种表现为产卵与取食嗜好性,子代数量多<sup>[5]</sup>。吴洪基等测定了12个水稻品种在贮藏期对麦蛾、谷蠹 *Rhizopertha dominica* (Fabricius) 和玉米象的抗虫性,指出颖壳紧密、自然裂颖率低的稻谷品种不利于仓虫的初孵幼虫入侵或成虫产卵<sup>[6]</sup>。邓望喜等报道了22个稻谷品种储藏期间对玉米象的抗虫性,指出稻谷开裂率大、直连淀粉含量高、千粒重大者有利于玉米象取食,粗蛋白含量和粗脂肪含量高,不利于玉米象生长发育<sup>[7]</sup>。Gudrups 等用敏感系数评价52种玉米对玉米象的敏感度,指出敏感系数越大,玉米的抗性越低<sup>[8]</sup>。Kumar 研究了玉米对大谷盗 *Tenebrioides mauritanicus* (Linne) 的抗虫性,指出玉米抗性品种或其杂交品种可以用在大谷盗的综合治理中<sup>[9]</sup>。Makate 等研究了不同品种的玉米在收获后对玉米象的敏感度,指出敏感指数与水分含量和千粒重呈正相关<sup>[10]</sup>。关于小麦抗虫性研究的较多是关于产

前对田间害虫的报道,如赵洪海等就山东省主要小麦品种对禾谷孢囊线虫 *Heterodera avenae* (Wollenweber) 的抗虫性评价,发现烟农24的抗虫性大于潍麦8号<sup>[11]</sup>。关于产后小麦对储粮害虫的抗虫性研究报道较少<sup>[12]</sup>,钱祖香报道了8个小麦品种蛋白质含量与抗虫性的相关性对育种和粮食储存有一定意义。邓望喜等(1994)对24个小麦品种储藏期间对玉米象抗虫性进行了比较,发现抗虫与感虫品种的抗虫性差异很大<sup>[4]</sup>。Bouznad 等也探究了不同品种的小麦经米象感染后质量的情况<sup>[13]</sup>。近年来,小麦种植品种繁多,新品种不断更新,小麦新品种对田间害虫的抗虫性有了一些研究,如屈会选等测定了河南等地的90份小麦新品种(系)对麦红吸浆虫 *Sitodiplosis mosellana* (Gehin) 的抗虫性<sup>[14]</sup>,温树敏等评价了良星66等425份小麦对麦红吸浆虫的抗虫性<sup>[15]</sup>,王小龙等评价了石麦15等75份小麦品种(系)的种植方式对麦红吸浆虫的抗性差异<sup>[16]</sup>。有关小麦新品种对储粮害虫的抗虫性仍缺少相应研究,本实验选择了在中国小麦主产区华北3个省内大面积种植的6个小麦新品种,研究了其对玉米象的敏感性差异及害虫出现子代成虫数量情况,旨在了解近期种植的小麦新品种的抗虫性的差异,期为小麦抗储粮害虫的性状研究提供参考。

## 1 材料和方法

### 1.1 试虫

试验用玉米象为在河南工业大学储藏物昆虫研究室培育多年的品系,在温度为(28±1)℃和相对湿度(RH)70%±5%条件下进行培养,采用羽化两周的成虫作为母代成虫。

### 1.2 试验用小麦品种

试验所选用小麦为在河南、河北和山东等地大面积种植的小麦新品种,在温度4℃的样品冷库储藏备用。不同品种小麦的主要质量如下:

西农 979:采自河南省濮阳市的农田,收获时间为 2013 年 6 月 2 日,水分含量为 11.8%,容重 790 g/L,硬度 82.4%,千粒重 41.64 g,籽粒为全角质;

矮抗 58:采自河南省荥阳市的农田,收获日期为 2013 年 6 月 7 日,水分含量为 11.6%,容重 770 g/L,硬度 31.08%,千粒重 53.73 g,籽粒为半角质;

三良星 66:采自河北省辛集市农田,收获时间为 2013 年 6 月 15 日,水分含量为 9.7%,容重 741.5 g/L,硬度 71.0%,千粒重 37.63 g,籽粒为全角质;

郑麦 7698:采自于河南省濮阳市区的农田,收获时间为 2013 年 6 月 10 日,水分含量为 11.6%,容重 764 g/L,硬度 74.85%,千粒重 44.19 g,籽粒为全角质;

济麦 22:采自于山东省德州市的农田,收获时间为 2013 年 6 月 17 日,水分含量为 13.2%,容重 750 g/L,硬度 84.25%,千粒重 37.12 g,籽粒为全角质;

泛麦 8 号:采河南省漯河市的农田,收获时间为 2013 年 6 月 6 日,水分含量为 9.9%,容重 827 g/L,硬度 62.6%,千粒重 41.57 g,籽粒为半角质。

小麦容重测定参照 GB/T 5498—1985;小麦水分测定参照 GB5497—1985;小麦硬度测定参照 GB/T 21304—2007;小麦千粒重测定参照 GB/T5519—2008。

### 1.3 样品设置与处理

采用 1.16 g/mL 的氯化钠水溶液浮选小麦,去除虫蚀粒等,将籽粒完整的小麦调节水分含量至 12.5%,备用。取样品  $16 \pm 0.1$  g 放入容积为 100 mL 聚乙烯透明培养瓶中,接入羽化两周的玉米象成虫 6 头(雌雄比为 4:2),盖上瓶盖后放在温度为  $28 \pm 1$  °C, RH 为 70%  $\pm$  5% 的培养箱中培养。培养瓶高 11 cm,瓶体直径 4.5 cm,瓶口直径 2.3 cm。瓶盖中央设直径 5 mm 的圆孔,并用滤纸封堵以便透气。每个实验做 3 个重复。

至第 7 天将培养瓶中的母代成虫分离出,样品在原条件下继续培养。根据玉米象的生物参数<sup>[18]</sup>,又 7 d 后至其发育至幼虫期后,每天称量样品的重量。参照其发育历期参数在接近羽化开始时每日观察,记录每天羽化出的成虫并移走之,检查子代成虫数量(子代成虫羽化结束的判断标准是连续三天未有子代成虫出现),计算敏感系数和平均发育历期(羽化时间为小麦样品接入试虫至子代成虫羽化结

束的经历时间减 4<sup>[8]</sup>)。平均发育历期采用公式(1)计算:

$$DME = \frac{\sum ij}{\sum j} \quad (1)$$

式中: $DME$  为平均发育历期, $i$  为每个个体发育周期, $j$  为同一发育周期内的成虫数量。

敏感性系数采用 Dobie 系数( $SI$ )评价<sup>[8]</sup>,

$$SI = \frac{\ln F \times 100}{DME} \quad (2)$$

式中: $F$  表示子一代成虫总数, $DME$  表示平均发育历期。敏感系数越大,小麦对害虫的敏感度越高,抗虫性越差。

### 1.4 数据处理

数据采用 SPSS 软件进行分析和 Duncan 新复极差法进行单因素方差分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 玉米象在 6 个品种小麦中的发育历期、子代成虫数量与敏感系数

6 个品种的小麦样品中玉米象从卵发育至成虫羽化的历期、出现的子代成虫数量以及 Dobie 敏感系数试验结果见表 1。从表 1 可知,西农 979 的  $SI$  值最低(4.98),与郑麦 7698 的  $SI$  值比较差异不显著,表现出较低的敏感性。济麦 22 的  $SI$  值最大(9.40),与矮抗 58 的  $SI$  值比较差异不显著,表现出的敏感性最大,即西农 979 和郑麦 7698 与济麦 22 和矮抗 58 的敏感性差异显著,其它品种的敏感性居于其间。由 Dobie 系数计算公式可知,小麦对害虫的敏感系数与平均发育历期呈负相关,与子代成虫数量的自然对数呈正相关。结果显示西农 979 和郑麦 7698 对玉米象的抗虫性较大,济麦 22 和矮抗 58 对玉米象的抗虫性较小,其它试验小麦品种介于其间。比较小麦品种中玉米象的发育历期、子代成虫数量和  $SI$  值三者关系也可看出,如发育历期最短的济麦 22 中玉米象的子代成虫数量最多, $SI$  值也最大,三者关系一致,都显示出济麦 22 这一品种对玉米象最为敏感,抗虫性最小。比较良星 66 和西农 979 的情况可以看出,发育历期最长的良星 66 小麦中出现了比较多的子代成虫,计算出的  $SI$  值为 7.24,发育历期较良星 66 小的西农 979 小麦中出现了最少的成虫数量, $SI$  值则为 4.98。比较结果说明,小麦品种对害虫的敏感性可用敏感系数  $SI$  表示,在其涉及的影响因素发育历期和子代成虫数量

中,子代成虫数量与敏感系数变化的一致性更为明显,即子代成虫数量少者小麦抗虫性大。

表1 不同小麦品种中玉米象从卵至成虫的平均发育历期、子代成虫数量和敏感系数

品种	平均发育历期/d	子代成虫数量/头	敏感系数 SI
济麦 22	40.82 ± 0.76a	46.33 ± 0.08c	9.40 ± 0.71d
矮抗 58	40.91 ± 0.33a	27.00 ± 0.43abc	8.06 ± 0.59cd
西农 979	42.56 ± 1.01ab	8.33 ± 0.89a	4.98 ± 0.24a
郑麦 7698	43.84 ± 1.82b	19.78 ± 0.33ab	6.81 ± 0.71ab
泛麦 8号	44.16 ± 0.31b	26.67 ± 0.33abc	7.43 ± 0.35c
良星 66	48.57 ± 0.32c	33.67 ± 0.94bc	7.24 ± 0.48bc

注:表中数据为平均值 ± 标准误差 ( $P \leq 0.05$ ). 相同字母表示同列结果差异不显著,不同字母表示同列结果差异显著. 下同。

### 2.2 不同品种小麦成虫出现的时间与抗虫性

6个不同品种的小麦中成虫羽化初现时间、羽化高峰时间和羽化终止时间见表2。从表2可以看出,玉米象从卵发育至成虫羽化初现的时间均在37d以上,而羽化终止时间需要44d(矮抗58)到58d(良星66)。其中济麦22、矮抗58和泛麦8号的初现时间最短且差异不显著,西农979等3个品种的初现时间延长3d,但彼此之间差异也不显著。从羽化高峰期来看,除良星66品种小害虫的羽化高峰期差异显著外,其它品种小麦中玉米象的羽化高峰期差异不显著。对比前述敏感系数可以得出,抗虫性最小的济麦22中玉米象子代成虫的羽化初现时间、羽化高峰和终止时间都相应表现为最短,抗虫性最大的西农979中害虫初现时间和终止时间都有所延长,但并非最大值,与其抗虫性表现不完全一致。良星66品种的羽化终止时间最长,但其抗虫性却小于西农979,再次说明羽化终止时间长的小麦品种其抗虫不一定大。

表2 不同品种小麦成虫羽化出现的时间

品种	羽化初现时间	羽化高峰时间	羽化终止时间
济麦 22	37.00 ± 0.58a	40.00 ± 1.15a	45.67 ± 0.67a
矮抗 58	37.67 ± 0.33a	40.33 ± 0.88a	44.00 ± 0.58a
泛麦 8号	37.67 ± 0.67a	41.33 ± 0.67a	50.00 ± 0.00c
西农 979	40.00 ± 0.00b	42.00 ± 0.00a	46.00 ± 0.00ab
郑麦 7698	40.00 ± 1.00b	42.00 ± 1.53a	49.67 ± 2.85bc
良星 66	40.00 ± 0.58b	46.00 ± 2.08b	58.00 ± 0.00d

### 2.3 不同品种的小麦感染玉米象虫卵后样品的重量变化与抗虫性

6个品种的小麦在感染玉米象虫卵后到子代成虫初羽化期间样品的重量变化过程见图1,重量变化幅度(下降值)见表3。

从图1可以看出,最初重量同为16g的感染同样玉米象成虫的各品种小麦,至分离出母代成虫且过了卵期后,各样品的重量已发生变化,重量范围降

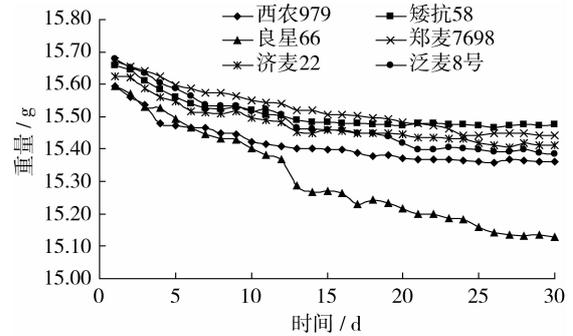


图1 感染玉米象虫卵后到子代成虫初羽化期间小麦的重量变化。低到了15.59~15.68g,尽管重量变化及各样品间差异不显著,但也说明在此期间母代成虫的蛀食使样品重量下降。虫卵在粮粒内发育为幼虫后,随着幼虫的成长,样品重量缓慢下降,在感染后的14天重量显著下降,特别是良星66下降幅度明显,可能是由于这个阶段大龄幼虫取食量大且幼虫数量较其他小麦品种中多,与良星66中的子代成虫数量(33.67头)最多一致。林颖等人曾研究过小麦在入仓期经玉米象感染后约15d重量明显下降,与本实验的结果相符合。由表3可以看出,从感染玉米象卵至成虫初现期间良星66的重量下降幅度(0.3733g)明显,而其余5种小麦的重量下降幅度差异不显著。如济麦22和西农979重量下降幅度差异不显著,而抗虫性水平却差异显著,说明小麦的重量下降与抗虫性水平并非一致,尤其良星66的重量下降幅度最大,从重量变化来看,其应为最敏感品种,但其SI值(7.24)不是最大,这进一步说明重量下降与抗虫性关系不一致。

表3 不同小麦品种从感染玉米象卵至成虫初现期间样品的重量下降值

小麦品种	西农 979	矮抗 58	良星 66
重量下降值	0.2167 ± 0.0067a	0.1967 ± 0.0273a	0.3733 ± 0.0348b
小麦品种	郑麦 7698	济麦 22	泛麦 8号
重量下降值	0.2467 ± 0.2963a	0.2133 ± 0.3180a	0.2367 ± 0.5487a

### 3 结语

在通常的安全水分下,试验小麦品种对玉米象的敏感系数范围为9.40~4.98,敏感系数表示抗虫性差异显著,小麦品种对害虫的敏感性可用敏感系数表示。在计算敏感系数涉及的影响因素中,平均发育历期与子代成虫数量相比,子代成虫数量与抗虫性的对应性更好,即小麦品种中子代成虫数量少,其对害虫的抗虫性大。从玉米象在不同小麦品种中的羽化时间,包括羽化初现时间、羽化高峰和终止时间来看,有的品种(如济麦22)抗虫性最小,其中的

子代成虫羽化初现时间、羽化高峰和终止时间也都相应最短;似乎抗虫性小者害虫在其中羽化发育较快,但抗虫性最大的品种(如西农979)中害虫初现时间和终止时间虽有所延长,但并非最大值;羽化终止时间最长的品种(良星66)抗虫性却又比较小(于西农979),说明羽化时间与小麦品种的抗虫性不对应。从感染玉米象虫卵至成虫初现期间小麦的重量下降幅度来看,虽然小麦品种间的抗虫性差异显著,但小麦重量的变化(下降)幅度总体差异不显著,表明小麦感染害虫后重量下降与抗虫性大小也不一致。

黄建国曾报道的玉米象完成一代需要的时间为31 d<sup>[18]</sup>,本试验各品种小麦中玉米象的羽化初现时间均在37 d以上,结果表明试验用小麦品种中玉米象的发育历期有所延长,所用小麦品种的抗虫性有所增加,与屈会选等报道的新品种小麦对田间害虫麦红吸浆虫抗虫性水平提高的结果相一致<sup>[14]</sup>。邓望喜等得出的粗蛋白含量越高越不利于玉米象发育<sup>[4]</sup>,即粗蛋白含量与小麦对玉米象的抗虫性水平呈负相关。本试验中西农979的粗蛋白含量为16%,济麦22的为14.27%,二者的子代成虫数量分别为8.33头和46.33头,进一步说明了小麦粗蛋白含量高者抗虫性可能大。不同作者曾采用不同试验方法评价不同粮食品种对害虫的抗虫性,提出了一些有价值的指导结果,Gudrups等用Dobie系数评价玉米对害虫的敏感性,比较了52种玉米对玉米象的敏感程度,得出了敏感系数越大,玉米品种的抗性越低<sup>[8]</sup>,本试验结果说明Dobie系数也可以用来评价小麦品种对玉米象的抗虫性。

程兰萍等曾报道小麦在入仓期玉米象感染后约15 d粮食重量下降明显<sup>[19]</sup>。本试验条件下粮食重量总体缓慢下降,但感染虫卵后14 d时,特别是良星66品种重量有显著下降,这与程兰萍等报道的结果相符,再次提示对于被隐蔽性害虫感染的粮食,宜在粮食重量显著变化之前进行杀虫处理。

致谢:本试验用小麦样品的获得分别得到中央储备粮山东直属库于林平、中央储备粮辛集直属库魏国富、中央储备粮漯河直属库吴晓寅、濮阳国家粮食储备库许登彦、山西晋城国家粮食储备库申晋豫等的大力支持,在此一并感谢!

#### 参考文献:

- [1] 曹亚萍. 小麦的起源, 进化与中国小麦遗传资源[J]. 小麦研究, 2009, 29(3): 1-10.
- [2] Danho M, Gaspar C, Haubruge E. The impact of grain quantity on the biology of *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae): oviposition, distribution of eggs, adult emergence, body weight and sex ratio. *Journal of Stored Products Research*, 2002, 38(3): 259-266.
- [3] 吴洪基, 吴荣宗, 汪立. 水稻品种在贮藏期间对玉米象抗性的研究[J]. 华南农业大学学报, 1993, 14(1): 84-89.
- [4] 邓望喜, 杨至慧, 杨长举, 等. 小麦品种(系)贮藏期对玉米象抗性的初步探究[J]. 1989, (4): 22-26.
- [5] 邓望喜, 杨志慧, 文必然, 等. 玉米品种贮藏期对玉米象抗性的初步研究[J]. 植物保护学报, 1988, 15(3): 172-173.
- [6] 吴洪基, 邓政炎, 吴荣宗, 等. 水稻品种在贮藏期对仓库害虫多抗性的鉴定[J]. 中国农学通报, 1994, 10(3): 13-15.
- [7] 张宏宇, 邓望喜. 稻谷在储藏期对玉米象的抗虫机制研究[J]. 植物保护学报, 1993, 20(2): 143-145.
- [8] Gudrups I, Floyd S, Kling J G, et al. A comparison of two methods of assessment of maize varietal resistance to the maize weevil, *Sitophilus zeamais* Motschulsky, and the influence of kernel hardness and size on susceptibility[J]. *Journal of stored products research*, 2001, 37(3): 287-302.
- [9] Kumar H. Resistance in maize to the Larger Grain Borer, *Prostephanus truncatus* (Coleoptera: Bostrichidae) [J]. *Journal of Stored Products Research*, 2002, 38(3): 267-280.
- [10] Makate N. The susceptibility of different maize varieties to post-harvest infestation by *Sitophilus zeamais* (Motsch) (Coleoptera: Curculionidae) [J]. *Scientific Res. Essay*, 2010, 5(1): 30-34.
- [11] 赵洪海, 杨远永, 彭德良. 山东省主要小麦品种对禾谷孢囊线虫抗性的初步评价[J]. 山东农业科学, 2012, 44(2): 80-83.
- [12] 钱祖香. 小麦蛋白质含量与抗玉米象关系的初步研究[J]. 湖北农业科学, 1989, 2(6): 11-13.
- [13] Fourat - Belaifa R, Fleurat - Lessard F, Bouznad Z. A systemic approach to qualitative changes in the stored-wheat ecosystem: Prediction of deterioration risks in unsafe storage conditions in relation to relative humidity level, infestation by *Sitophilus oryzae* (L.), and wheat variety [J]. *Journal of Stored Products Research*, 2011, 47(1): 48-61.
- [14] 屈会选, 党建友, 程麦风, 等. 小麦新品种(系)对麦红吸浆虫抗性的鉴定与分析[J]. 麦类作物学报, 2005, 25(5): 137-139.
- [15] 温树敏, 赵玉新, 屈振刚, 等. 小麦品种抗麦红吸浆虫鉴定及抗性评价[J]. 河北农业大学学报, 2007, 30(5): 71-74.
- [16] 王小龙, 武海娜, 赵艳红, 等. 小麦品种(系)抗麦红吸浆虫种植方式与评价方法的研究[J]. 河北农业大学学报, 2013, 36(2): 7-9.
- [17] Stejskal V, Kučerová Z. The effect of grain size on the biology of *Sitophilus granarius* L. (Col., Curculionidae). I. Oviposition, distribution of eggs and adult emergence [J]. *Journal of Applied Entomology*, 1996, 120(3): 143-146.
- [18] 黄建国. 玉米象生物学与生态学的研究[J]. 黑龙江粮油科技, 1996(4): 3-6.
- [19] 程兰萍, 王殿轩, 仲维平, 等. 入仓期玉米象感染不同时期小麦重量损失的研究[J]. 粮油食品科技, 2008, 16(6): 21-23. 完