

# 高粱抗丝黑穗病主要抗性生理指标比较

李春阳, 时亚男, 张馨月, 逢红波, 李玥莹

(沈阳师范大学 化学与生命科学学院, 辽宁 沈阳 110034)

**摘要:**为了提高高粱的质量和产量, 分析了高粱抗、感丝黑穗病群体不同时期的 SOD、POD、CAT 活性以及 MDA 的含量。结果表明: SOD、POD 和 CAT 的活性为抗病群体高于感病群体; SOD 活性在抽穗期最高, POD、CAT 活性分别在抽穗期和拔节期表现活性最高; MDA 含量在苗期最低。

**关键词:**高粱; 丝黑穗病; 抗性生理指标

**中图分类号:** S435.39 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-2767(2015)10-0085-03 DOI: 10.11942/j.issn1002-2767.2015.10.0085

高粱(*Sorghum bicolor* (L) Moench)是世界上重要的禾谷类作物之一, 是典型的 C<sub>4</sub> 植物<sup>[1]</sup>, 高粱具有耐干旱, 耐贫瘠, 耐高温, 容易栽培等特点, 有“救命之谷”的美称<sup>[2]</sup>, 高粱广泛种植在世界五大洲 105 个国家的各地区<sup>[3]</sup>。高粱仅次于小麦、水稻、玉米、大麦, 是位居世界第五位的粮食作物<sup>[4]</sup>。高粱除了具有食用价值外, 还具有酿酒、饲用以及能源开发等一些特殊的用途<sup>[5]</sup>。高粱丝黑穗病是高粱生产中危害较重的一种土传性真菌病害<sup>[6]</sup>, 该病自 1868 年在埃及发现以后, 就广泛分布于世界各高粱生产种植地<sup>[7]</sup>。在中国各高粱产区丝黑穗病均有发生, 是影响我国高粱生产发展的主要病害之一, 对产量影响很大, 严重制约高粱产业的发展<sup>[8]</sup>, 在东北和华北地区最为严重, 个别重病地块发病率达 90%<sup>[9]</sup>。生产实践证明, 选育和应用抗病性的品种是防治高粱丝黑穗病的最为经济有效的方法<sup>[10]</sup>。本研究对高粱抗、感丝黑穗病品种进行相关生理指标的测定和分析, 测定了超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)、过氧化氢酶(CAT)的活性及丙二醛含量(MDA)在苗期、拔节期、抽穗期和成熟期 4 个时期的变化趋势, 为抗性品种的鉴定和抗性品种的选育提供了研究的基础。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

高粱材料分别为: 黑穗病抗病恢复系 2381R(抗亲), 感病恢复系矮四(感亲)及其二者经去雄杂交、自交的后代 2381R/矮四群体(感病 20 株, 抗病 40 株), 均由辽宁省农业科学院提供。

### 1.2 方法

试验于 2014 年 5 月在生物系统进化与农业生态辽宁省交换重点实验室进行。

**1.2.1 酶液的提取** 在高粱的丝黑穗病群体四个生长时期(苗期、拔节期、抽穗期和成熟期), 各称取 0.4 g 高粱叶片, 加入 4 mL 预冷提取液(50 mmol·L<sup>-1</sup> 磷酸缓冲液, pH 7.8, 内含 1% 聚乙烯吡咯烷酮), 在冰浴的条件下研磨至匀浆状态, 4℃, 10 000 r·min<sup>-1</sup> 离心 12 min, 收集上清液, 作为供试酶液, 放置在冰浴中进行保存, 用于 SOD、POD、CAT 和 MDA 的活性测定。

**1.2.2 测定项目及方法** SOD 采用氮蓝四唑光还原法<sup>[11]</sup>测定; POD 采用愈创木酚显色法<sup>[12]</sup>测定; CAT 采用紫外吸收法<sup>[13]</sup>测定; MDA 采用硫代巴比妥酸比色法<sup>[14]</sup>测定。

**1.2.3 数据分析** 试验数据采用 Excel 和 SPSS 软件进行处理分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 高粱抗、感丝黑穗病群体不同时期 SOD 活性分析

由图 1 可知, 在 4 个不同生长时期的 SOD 活性变化呈现出一定的规律, 抗病群体(图中横坐标编号为 1~40)的 SOD 活性整体高于感病群体(图中横坐标编号为 41~60)。结果表明, SOD

收稿日期: 2015-05-15

基金项目: 沈阳市科技局资助项目(F15-199-1-22); 沈阳师范大学生态与环境研究中心主任基金资助项目(EERC-K-201403)

第一作者简介: 李春阳(1991-), 女, 黑龙江省哈尔滨市人, 在读硕士, 从事甜高粱分子标记和抗氧化酶活性的研究。E-mail: 826590924@qq.com。

通讯作者: 李玥莹(1966-), 博士, 教授, 硕士研究生导师, 从事植物基因工程的研究。E-mail: yueyingli@163.com。

在抽穗期表现的活性最强,而且在整个生长期中 SOD 在抗病作物中的活性比感病作物的活性强,说明清除超氧阴离子的能力较强,则抗病植株的抗性比感病植株的抗性强,能够更好地抵御不良环境。

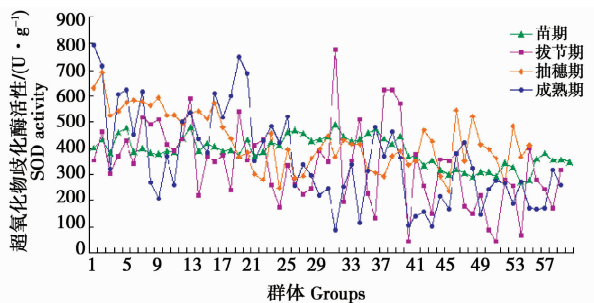


图1 高粱抗、感丝黑穗病群体4个时期 SOD 活性分析  
Fig.1 The SOD activity of sorghum groups in four stages

## 2.2 高粱抗、感丝黑穗病群体不同时期 POD 活性分析

由图2可知,4个不同生长时期 POD 活性变化中,在生长的苗期、拔节期和成熟期这3个时期中,POD 活性并没有太大的变化,POD 活性在抽穗期的活性高于其它3个时期;经4个时期的酶活性平均值计算,在抽穗期,抗丝黑穗病群体(图中横坐标编号为1~40)的 POD 活性高于感丝黑穗病群体(图中横坐标编号为41~60)的 POD 活性,结果表明,抗病群体的 POD 清除过氧化氢的能力强,整体抗性比感病群体强。

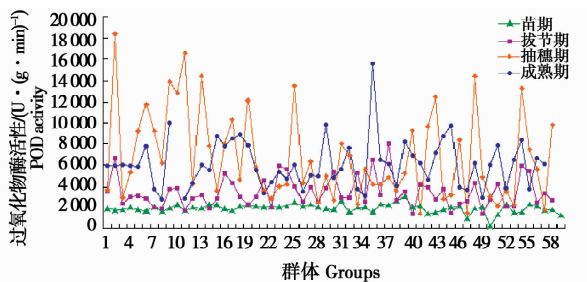


图2 高粱抗、感丝黑穗病群体4个时期 POD 活性分析  
Fig.2 The POD activity of sorghum groups in four stages

## 2.3 高粱抗、感丝黑穗病群体不同时期 CAT 活性分析

由图3可知,在4个生长时期中,CAT 的活性在拔节期最高;抗病群体(图中横坐标编号为1~40)的 CAT 活性高于感病群体(图中横坐标编号为41~60)的酶活性,说明过氧化氢酶在抗病植株的活性高,清除过氧化氢的能力强,能够更

好的保护植株免受伤害。

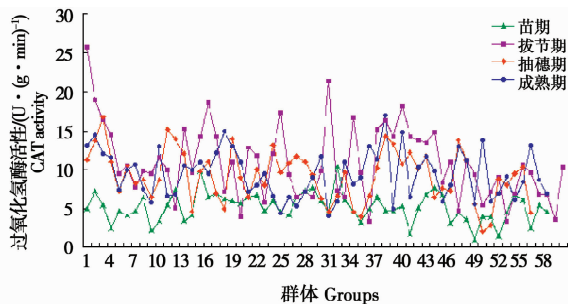


图3 高粱抗、感丝黑穗病群体4个时期 CAT 活性分析  
Fig.3 The CAT activity of sorghum groups in four stages

## 2.4 高粱抗、感丝黑穗病群体不同时期 MDA 含量分析

由图4可知,在生长的4个时期,MDA 在抗病群体(图中横坐标编号为1~40)的平均含量低于感病群体(图中横坐标编号为41~60)的平均含量,而且 MDA 在苗期的含量低于其它3个时期的含量,表明植物体在苗期受损害程度最轻,膜脂过氧化程度较弱,抗逆性较强。

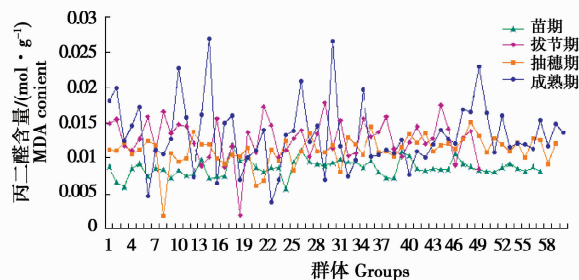


图4 高粱抗、感丝黑穗病群体4个时期 MDA 活性分析  
Fig.4 The MDA content of sorghum groups in four stages

## 3 结论与讨论

SOD、POD 和 CAT 是植物内源的活性氧清除剂,是保护酶系统中的酶,可减轻膜脂的过氧化程度,维持膜的稳定,能有效地清除活性氧使之保持较低的水平,降低植物受到的伤害<sup>[15-17]</sup>。SOD 是机体内存在的超氧阴离子清除剂,可对抗氧自由基对细胞造成的损害,并能够及时修复受损细胞,是植物抗氧化系统最主要的酶,在不同品种的高粱中,当 SOD 活性降低时抗性强的品种下降幅度小<sup>[18-19]</sup>。CAT 和 POD 是过氧化物酶体的主要酶类,主要是清除植物体内的  $H_2O_2$ ,能将其分解为  $H_2O$  和  $O_2$ <sup>[20]</sup>。SOD、POD 和 CAT 三者协同调节,使植物体内自由基活性氧维持在一个对细胞相对有益的水平<sup>[21]</sup>。

膜脂过氧化最终的产物是 MDA,其含量可反映植株内脂质过氧化的程度和细胞受损伤的程度,是用来衡量膜脂过氧化损伤程度的重要标志<sup>[22-23]</sup>,其含量越低,植株抗逆性越强<sup>[24]</sup>。通过测定植物体内 MDA 含量的变化,可以反映植株抵抗不良环境能力的强弱。

本试验测定了高粱丝黑穗病抗病恢复系 2381R(抗亲),感病恢复系矮四(感亲)及其二者经去雄杂交、自交的后代 2381R/矮四群体的 SOD、POD、CAT 的活性及 MDA 在苗期、拔节期、抽穗期和成熟期 4 个时期的变化。结果表明在高粱的整个生长时期中,SOD、POD 和 CAT 活性都表现为抗病群体高于感病群体,说明抗病群体的抗性比感病群体的抗性强。SOD 活性在抽穗期最高,表明在这个时期 SOD 清除超氧阴离子的能力最强;而 POD、CAT 活性分别在抽穗期和拔节期表现活性最高,表明植物体在这两个时期清除过氧化氢的能力最强。MDA 在抗病群体的平均含量低于感病群体的平均含量,说明抗病群体的抗逆性比感病群体的抗逆性强。MDA 含量在苗期最低,表明植物体在苗期膜脂过氧化程度较低,受损害程度轻,抗逆性强。

#### 参考文献:

- [1] 陈冰端,李继洪,王阳,等. 高粱 (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) 种质资源研究进展[J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版,2013(1):67-72.
- [2] 余传涨,翟国伟,邹桂花,等. 41 个高粱品种遗传多样性的 SSR 标记检测[J]. 江苏农业学报,2010,26(2): 248-249.
- [3] Icrisat. Mandata crops : Sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) [EB/OL]. [2012-04-20]. <http://www.Icrisat.org/crop-sorghum.htm>.
- [4] 朱莉,郎志宏,李桂英,等. 高粱遗传转化研究进展[J]. 生物技术通报,2011(1): 1-7.
- [5] 张春来,杨慧勇,柳青山,等. 高粱抗丝黑穗病遗传与分子育种[J]. 山西农业科学,2013(3):201-206.
- [6] Prom L K ,Perumal R ,Erattaimuthu S R ,et al. Virulenc and molecular genotyping studies of *Sporisorium reilianum* isolates in sorghum[J]. Plant Disease,2011,95(5):523-529.
- [7] 杨慧勇,王华云,赵文博,等. 高粱丝黑穗病抗源筛选及遗传多样性分析[J]. 山西农业科学,2014(12): 1252-1255.
- [8] 李玥莹,彭霞,倪娜,等. 高粱 DNA 的提取纯化及抗丝黑穗病基因的初步分析[J]. 安徽农业科学,2008(5): 1776-1777.
- [9] 徐秀德,刘志恒. 高粱病虫害原色图鉴[M]. 北京:中国农业科学技术出版社,2012: 9-11.
- [10] 姜钰,徐秀德,胡兰,等. 高粱丝黑穗病菌对高粱体内防御

- 酶系活性的影响[J]. 沈阳农业大学学报,2014(5): 617-620.
- [11] Kumari B,Samantha P,Dubey R S. Differential responses of antioxidant enzymes to aluminum toxicity in two rice (*Oryza sativa* L.) cultivars with marked presence and elevated activity of Fe SOD and enhanced activities of Mn SOD and catalase in aluminum tolerant cultivar[J]. Plant Growth Regulation,2013,71:235-252.
- [12] Huang X S,Wang W,Zhang Q,et al. A basic helix-loop-helix transcription factor,PtrbHLH, of poncirus trifoliata confers cold tolerance and modulates peroxidase-mediated scavenging of hydrogen peroxide[J]. Plant Physiology, 2013,162:1178-1194.
- [13] 邹琦. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000:168-169.
- [14] 郝再彬,苍晶,徐仲. 植物生理实验[M]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社,2005:46-101.
- [15] 刘伟,曲凌慧,刘洪庆,等. 低温胁迫对葡萄保护酶和氧自由基的影响[J]. 北方园艺,2008(5): 21-24.
- [16] Xue Y F,Liu Z P. Antioxidant enzymes and physiological characteristics in two Jerusalem artichoke cultivars under salt stress[J]. Russian Journal of Plant Physiology,2008, 55(6): 776-781.
- [17] Gusman G S,Oliveira J A,Farnese F S,et al. Mineral nutrition and enzymatic adaptation induced by arsenate and arsenite exposure in lettuce plants[J]. Plant Physiology and Biochemistry,2013,71:307-314.
- [18] 王淑敏,盛晋华,张雄杰,等. 甜荞叶片 SOD、POD、CAT 活性对矿质营养元素的响应[J]. 作物杂志,2014(2): 93-96.
- [19] Zhang F Q,Zhang H X,Wang G P,et al. Cadmium-induced accumulation of hydrogen peroxide in the leaf apoplast of *Phaseolus aureus* and *Vicia sativa* and the roles of different antioxidant enzymes[J]. Journal of Hazardous Materials, 2009,168: 76-84.
- [20] 李冬琴,陈桂葵,郑海,等. 镉对两品种玉豆生长和抗氧化酶的影响[J]. 农业环境科学学报,2015(2):221-226.
- [21] 王玲丽,贾文杰,马璐琳,等. 低温胁迫对不同百合主要生理指标的影响[J]. 植物生理学报,2014(9): 1413-1422.
- [22] 周逊,徐晓舒,易迁,等. 不同浓度蔗糖诱导对试管姜丙二醛含量的影响[J]. 北方园艺,2013(17): 104-106.
- [23] Minami A,Nagao M,Ikigami K,et al. Cold acclimation in bryophytes: low-tem-perature-induced freezing tolerance in *Physcomitrella patens* is associated with increases in expression levels of stress-related genes but not with increase in level of endogenous abscisic acid[J]. Planta,2005,220: 414-423.
- [24] Lei Y,Yin C,Ren J,et al. Effect of osmotic stress and sodium nitroprusside pretreatment on proline metabolism of wheat seedlings[J]. Biologia Plantarum, 2007, 51(2): 386-390.

# 不同浓度下两种除草剂对羊草草原杂草防除效果的研究

高 超,张月学,陈积山,邸桂俐,潘多锋,王建丽,张 强  
(黑龙江省农业科学院 草业研究所,黑龙江 哈尔滨 150086)

**摘要:**为了治理退化草原的杂草,促进草地稳产、高产和可持续利用,用两种除草剂(72%的 2,4-D 丁酯和 48%灭草松水剂)3 个不同剂量浓度对羊草草原的杂草进行防除试验。结果表明:2,4-D 丁酯和灭草松除草剂对羊草草原可饲牧草安全无害。2,4-D 丁酯除草剂施用浓度为 1 458 mL·hm<sup>-2</sup>时,杂草株防效和鲜重防效均较高,灭草松施用浓度为 5 400 mL·hm<sup>-2</sup>时对刺菜株防效较好,在实际应用中可结合杂草分布情况混合复配两种除草剂提高杂草防除效果。

**关键词:**除草剂;不同浓度;杂草防除;羊草草原

**中图分类号:**S451.23 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-2767(2015)10-0088-05 **DOI:**10.11942/j.issn1002-2767.2015.10.0088

黑龙江省是我国重要牧区之一,西部的羊草草原的牧草具有较高的营养价值和适口性<sup>[1]</sup>,近些年,由于自然灾害和人类活动的影响,绝大部分草地已受到严重的破坏,草地植被逆向演替,大量杂类草逐渐入侵羊草草原,牧草产量和品质下降<sup>[2]</sup>极大地制约了草地畜牧业的持续、稳定发展<sup>[3]</sup>。针对杂草防除,在草原上多见利用化学防除的方法<sup>[4-7]</sup>。但是针对松嫩草原的杂草防除研究报道较少,因此,本研究通过分析、比较灭杂后两种不同浓度的除草剂对杂草的株防效和鲜重防效,以及对优良牧草的安全性测定,筛选出适宜的除草剂和施用浓度,为松嫩退化草原杂草治理和草地稳产、高产和可持续利用提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验区概况

研究区位于松嫩平原中部,N46°12',E126°08',平均海拔 160 m。年均日照时数 2 900 h,年平均气温-5.9℃,极端最高气温 37.6℃,极端最低气温-39℃,年平均降水量 469.7 mm,无霜期 139 d,属温带大陆性气候。草地类型为盐碱化草地,建群种为羊草。草原主要杂草包括蔷薇科的

收稿日期:2015-05-15

**基金项目:**现代农业产业技术体系建设专项资金资助项目(CARS-35);农业部公益行业项目资金资助项目(2013 03060);黑龙江省农业科技创新工程院级科研资助项目(QN 014)

**第一作者简介:**高超(1979-),女,内蒙古自治区根河市人,硕士,助理研究员,从事草地生态与草原改良等研究。E-mail: gaochaopdf2000@163.com。

# Comparison of Resistance Physiology Indicators of Sorghum Head Smut

LI Chun-yang ,SHI Ya-nan,ZHANG Xin-yue,PANG Hong-bo,LI Yue-ying

(College of Chemistry Life Science, Shenyang Nomal University , Shenyang , Liaoning 110034)

**Abstract:**To improve the quality and yield of sorghum,the change of the activity of SOD,POD,CAT and the content of MDA in four growth periods of sorghum head smut resistance and susceptibility were studied. The results showed that SOD,POD and CAT of head smut resistance were higher than head smut susceptibility in four growth periods; the activity of SOD was the highest in heading stage;the activity of POD and CAT in heading and jointing stage were high than seedling and mature stage; the content of MDA was the lowest in seedling stage.

**Keywords:**sorghum; head smut; resistance physiology indicators