

抽印本

ISSN 0496-3490

CN 11-1809/S

CODEN TSHPA9

# 作物学报

## ACTA AGRONOMICA SINICA

---

2005, 31(1): 7 ~ 10

### 普通小麦多酚氧化酶活性的 QTL 分析

张立平 葛秀秀 何中虎 王德森 闫俊 夏先春 Mark W Sutherland

### Mapping QTLs for Polyphenol Oxidase Activity in a DH Population from Common Wheat

ZHANG Li-Ping, GE Xiu-Xiu, HE Zhong-Hu, WANG De-Sen, YAN Jun,  
XIA Xian-Chun, Mark W Sutherland

---

主办: 中国作物学会  
中国农业科学院作物科学研究所  
出版: 科学出版社  
编辑: 《作物学报》编委会  
地址: 北京中关村南大街 12 号(100081)  
电话: 010—68918548  
传真: 010—68975212  
网址: <http://xbzw.chinajournal.net.cn>  
<http://zuowxb.periodicals.net.cn>

Sponsored by Crop Science Society of China, Institute of Crop  
Sciences, Chinese Academy of Agricultural Sciences  
Published by Science Press  
Edited by Editorial Committee of ACTA AGRONOMICA SINICA  
Address: No. 12 ZhongGuanCun South Road, Beijing 100081, China  
E-mail: [xbzw@chinajournal.net.cn](mailto:xbzw@chinajournal.net.cn)  
[zuowxb@periodicals.net.cn](mailto:zuowxb@periodicals.net.cn)  
[zwx301@mail.caas.net.cn](mailto:zwx301@mail.caas.net.cn)



国家自然科学基金专项资助期刊

# 作物学报

(ZUOWU XUEBAO)



第 31 卷 第 1 期 2005 年 1 月

## 目 次

### 研究论文

- 内源细胞分裂素调控油菜叶片衰老进程的研究 ..... 张治礼 郑学勤 吕应堂 (1)
- 普通小麦多酚氧化酶活性的 QTL 分析 ..... 张立平 葛秀秀 何中虎 王德森 闫俊 夏先春 Mark W Sutherland (7)
- 大豆种子特异性启动子的克隆及序列分析 ..... 财音青格乐 李明春 蔡易 陶然 邢来君 (11)
- 不同诱导处理后水稻悬浮细胞的活性氧变化与有关酶系的关系 ..... 曾富华 易克 徐向丽 王海华 (18)
- 利用改进的差异显示技术分离烟草中受乙烯利诱导的新基因 (英文) ..... 余涛 易平 支立峰 李阳生 朱英国 (24)
- MS1 与 MS1-HS 两种选择方法的比较研究 II. 遗传方差、配合力及杂种优势 ..... 彭泽斌 田志国 刘新芝 (29)
- 芸芥 (*Eruca sativa* Mill.) 与芸薹属 (*Brassica* L.) 3 个油用种的远缘杂交 ..... 孙万仓 官春云 孟亚雄 刘自刚 张涛 李桐 杨随庄 令利军 (36)
- K、T、V、CHA 型杂种小麦品质性状的细胞质效应 ..... 高庆荣 张爱民 王瑞霞 乔晓琳 张永祥 (43)
- 长期耕作施肥对白浆土磷组分及其有效性的影响 ..... 向春阳 马艳梅 田秀平 (48)
- 不同类型抗虫陆地棉对红铃虫的抗性研究 ..... 吴征彬 陈鹏 杨业华 徐裕森 谢红彬 (53)
- 引进春小麦种质耐盐性的鉴定评价 ..... 马雅琴 翁跃进 (58)
- 水稻耐低磷种质资源的筛选、鉴定指标 ..... 郭再华 贺立源 徐才国 张启发 (65)
- 棉花蕾铃生长发育和脱落的模拟研究 ..... 张立楨 曹卫星 张思平 周治国 (70)
- 不同熟期玉米品种春、夏套作对籽粒淀粉含量及糊化特性的影响 ..... 宁堂原 李增嘉 焦念元 赵春 申加祥 张光辉 王浩 (77)
- 渗透胁迫下 ABA 及  $Ca^{2+}$ /CaM 信使系统对玉米幼苗根系 63.5 kD 热稳定蛋白的调控作用 ..... 孙立平 何宝坤 吴学友 刘丽霞 李德全 (83)
- 抗条锈小滨麦易位系的鉴定 ..... 陆文辉 林小虎 李兴峰 王黎明 陈寅初 王洪刚 (88)
- 高色素甘薯淀粉糊化特性的基因型差异 ..... 黄华宏 陆国权 舒庆尧 (92)
- HMW-GS 与北方手工馒头加工品质关系的研究 ..... 范玉顶 李斯深 孙海艳 李瑞军 (97)
- 杂交水稻两优培九强、弱勢粒结实生理研究 ..... 黄升谋 邹应斌 刘春林 (102)
- 抗草甘膦基因 *aroAM12* 及抗虫基因 *Bt1m* 的转基因棉株 ..... 赵福永 谢龙旭 田颖川 徐培林 (108)
- 不同形态氮素对燕麦营养生长和磷素利用的影响 ..... 樊明寿 孙亚卿 邵金旺 贾立国 (114)
- 不同优势小麦正反杂交种子与亲本自交种子发育前期基因表达差异 ..... 孟凡荣 倪中福 吴利民 谢晓东 王章奎 孙其信 (119)
- 施氮水平和栽插密度对梗稻淀粉 RVA 谱特性的影响 ..... 叶全宝 张洪程 李华 霍中洋 魏海燕 夏科 戴其根 许轲 (124)

### 研究简报

- 用 A-PAGE 鉴定谷子遗传多样性 ..... 杨天育 沈裕骥 黄相国 何继红 吴国忠 (131)
- 高温胁迫条件下硅对水稻花药开裂及授粉量的影响 ..... 李文彬 王贺 张福锁 (134)

## 普通小麦多酚氧化酶活性的 QTL 分析

张立平<sup>1</sup> 葛秀秀<sup>1</sup> 何中虎<sup>1,2,\*</sup> 王德森<sup>1</sup> 闫俊<sup>1</sup> 夏先春<sup>1</sup> Mark W Sutherland<sup>3</sup>

(<sup>1</sup> 中国农业科学院作物栽培育种研究所, 国家小麦改良中心, 北京 100081; <sup>2</sup> CIMMYT 中国办事处, 北京 100081; <sup>3</sup> 澳大利亚南昆士兰大学, Toowoomba 4350)

**摘要:**多酚氧化酶(polyphenol oxidase, PPO)是引起面团(片)颜色褐变的主要原因。利用 122 对 SSR 引物, 4 对贮藏蛋白 STS 引物和 10 对 AFLP 引物组合, 分析了中优 9507 × CA9632 的 71 个 DH 系的基因型, 构建了由 173 个位点组成的遗传连锁图, 在小麦 21 个连锁群上覆盖 2 881 cM。将该群体种植于 3 个环境, 采用复合区间作图法(CIM)进行了 PPO 活性的 QTL 分析。结果表明, 控制籽粒 PPO 活性的主效 QTL 有 2 个, 分别位于染色体 2AL 和 2DL 上, 贡献率分别为 37.9% ~ 50.0% 和 25.0% ~ 29.1%。所有 QTL 都来自高 PPO 活性亲本中优 9507。讨论了通过遗传途径降低 PPO 活性及利用分子标记辅助育种的可能性。

**关键词:**普通小麦; 多酚氧化酶(PPO); 分子标记; QTL 分析  
中图分类号: S512

## Mapping QTLs for Polyphenol Oxidase Activity in a DH Population from Common Wheat

ZHANG Li-Ping<sup>1</sup>, GE Xiu-Xiu<sup>1</sup>, HE Zhong-Hu<sup>1,2,\*</sup>, WANG De-Sen<sup>1</sup>, YAN Jun<sup>1</sup>, XIA Xian-Chun<sup>1</sup>, Mark W Sutherland<sup>3</sup>

(<sup>1</sup> Institute of Crop Breeding and Cultivation, National Wheat Improvement Center, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081; <sup>2</sup> CIMMYT China Office, Beijing 100081, China; <sup>3</sup> University of South Queensland, Toowoomba, QLD 4350, Australia)

**Abstract:** The polyphenol oxidase (PPO) activity is a major factor to cause an undesirable brown discoloration of wheat-based end products during processing or storage. A double haploid (DH) population with 71 lines derived from Zhongyou 9507 with higher PPO activity and CA9632 with lower PPO activity, were sown at three locations with two replications. A total of 173 loci included SSR, STS of storage protein and AFLP markers were used to construct a linkage map, covering 2 881 cM of whole genome at 21 linkage groups. With the method of composite interval mapping (CIM), two putative major QTLs were detected on chromosome 2AL and 2DL, accounting for 37.9% - 50.0% and 25% - 29.1% of the phenotypic variance across three environments, respectively. The QTL on 2AL played a more significant role than the QTL on 2DL. Reduction of PPO activity through genetic improvement and molecular marker assisted selection was also discussed.

**Key words:** Common wheat; *Triticum aestivum* L.; Polyphenol oxidase; Molecular marker; Quantitative trait loci (QTL)

在馒头、饺子和鲜面蒸煮前的几个甚至十几个小时的贮存期间或挂面干燥过程中, 颜色褐变现象十分普遍<sup>[1]</sup>。多酚氧化酶(polyphenol oxidase, PPO)活性及其相应的底物是引起颜色褐变的主要原因, 其决定面条(团)颜色稳定性的 50% ~ 70%<sup>[2-4]</sup>。环境和基因型都影响 PPO 的活性, 但 PPO 活性主要受基因型影响; 不同品种间 PPO 活性相差很大, 因此, 通过遗传育种途径改良面制品颜色的褐变是可行的<sup>[5]</sup>。

许多植物 PPO 由多基因家族编码<sup>[6]</sup>, 小麦 PPO 的同工酶也有 12 种之多<sup>[7]</sup>。葛秀秀<sup>[8]</sup>应用植物数量性状主基因 + 多基因混合遗传模型对冬小麦 PPO 活性的遗传分析表明, PPO 活性受 2 对独立主基因控制。Jimenz<sup>[9]</sup>和 Anderson 等<sup>[10]</sup>通过对代换系 PPO 活性的测定, 也推测控制小麦 PPO 的主效基因为 1 ~ 2 个, 同时指出针对 PPO 的底物专化性存在多个等位基因。Udall<sup>[11]</sup>和 Demekes 等<sup>[12]</sup>利用 RFLP 标记分别研究了 4 个重组近交系群体, Mares 等<sup>[13]</sup>利用

基金项目: 国家自然科学基金(30270822)和国家重点基础发展规划(2002CB111300)项目资助。

作者简介: 张立平(1969 - ), 女, 山西大同人, 博士, 在北京市农林科学院杂交小麦中心从事小麦品质遗传研究。

\* 通讯作者: 何中虎。Tel: 010-68918547; Fax: 010-68918547; E-mail: zhhe@public3.bta.net.cn

Received(收稿日期): 2003-11-10, Accepted(接受日期): 2004-02-27.

AFLP 标记分析了一个 DH 群体,发现控制 PPO 活性的主效基因位于第二同源群染色体上,但其他染色体如 3B、3D、6B 上亦存在一些微效基因。Demekc 和 Morris<sup>[14]</sup> 利用同源序列方法扩增出了 444 bp 的小麦 PPO 基因片段,并由此向两端延伸获得大小为 1 509 bp 的小麦 PPO 的 DNA 序列。迄今为止还没有可应用于辅助育种的 PPO 活性分子标记。

早期的研究表明,中优 9507 具较高 PPO 活性而 CA9632 的 PPO 活性较低<sup>[8]</sup>。本文对中优 9507 和 CA9632 以及由它们构建的 DH 群体进行 PPO 活性分析,利用已构建的分子连锁图谱标记定位 PPO 活性的 QTL,为进一步利用分子标记辅助育种等手段进行优良面粉颜色品种的选育提供理论基础。

## 1 材料和方法

### 1.1 植物材料和田间试验

71 个中优 9507/CA9632 的双单倍体 (doubled-haploid, DH) 系,通过小麦 × 玉米杂交 (玉米花粉诱导) 方法获得。中优 9507 和 CA9632 分别是高、低 PPO 活性亲本。田间试验于 2001 - 2002 年度分别在中国农科院作物所 (北京)、中国农科院棉花所 (河南安阳) 和山东农科院作物所 (山东济南) 3 点进行,每点 2 次重复,小区为 3 行区,行长 2 m,每行播种 80 粒。田间管理按当地产量比较试验进行。

### 1.2 籽粒 PPO 活性的测试

参照华盛顿州立大学小麦品质实验室方法<sup>[10]</sup>,用 D, L-DOPA、MOPS 试剂和分光光度计测定籽粒的 PPO 活性。

### 1.3 统计分析

应用 SAS 软件对 PPO 活性进行统计分析,包括平均值、范围、标准差、变异系数、频率分布和方差分析。

### 1.4 遗传图谱的构建

SSR 标记:利用 Röder 等<sup>[15]</sup> 发表的 239 对 Xgwm 引物,SSR 协作组的 536 对 wmc 引物,Pestsova 等<sup>[16]</sup> 发表的 38 对 Xgdm 引物,Devos 等<sup>[17]</sup> 发表的 1 对 *Glu-A3* SSR 引物和 Lee 等<sup>[18]</sup> 发表的 1 对 *Gli-B1* SSR 引物,共 815 对 SSR 引物,筛选出 122 对多态性引

物,包括 154 个多态性位点。

AFLP 引物:选用 3 个选择性碱基的 P 引物和 M 引物各 9 个,随机组成 10 对引物组合,每对引物获得的多态性位点 2 ~ 10 个,共 42 个多态性标记位点。

STS 标记:5 对贮藏蛋白的 STS 标记,有 4 对具有多态性,即 011A (*Glu-A3*)、011B (*Glu-B3*)、1Dx5 和 1Dy10/12 (这两个位点合并作为 *Glu-D1* 位点记录)。

应用 MAPMAKER 3.0 软件,将 200 个多态性标记 (位点) 中的 143 个 SSR 标记、4 个贮藏蛋白标记和 26 个 AFLP 标记共 173 个位点绘在遗传连锁图上。采用 Kosambi 函数将标记之间的重组交换率转换为遗传图距单位 (cM)。连锁图的总长度是 2 881 cM,标记间的平均遗传距离为 16.6 cM。

### 1.5 QTL 分析

应用 Cartograph 软件包的复合区间作图法 (CIM) 分别进行 3 个地点 PPO 活性的 QTL 分析,LOD 的阈值为 2.5。

## 2 结果与分析

### 2.1 方差分析

表 1 说明,PPO 活性在不同环境和基因型间存在极显著差异,但基因型和环境互作及重复间差异不显著。

表 1 PPO 活性的方差分析

变异来源 Source	自由度 df	均方 MS	F 值	P
环境 Environment	2	22.02	6.65**	0.0016
重复 Replicate	1	0.22	0.07	0.7983
基因型 Genotype	70	21.14	6.38**	0.0001
基因型 × 环境 Genotype × Environment	129	2.93	0.89	0.7725
误差 Error	194	3.31		

### 2.2 简单统计量和变异分布

3 个地点种植的 DH 系间 PPO 活性的变异系数都较大,北京、安阳和济南分别为 32.6%、33.2% 和 33.5%,但平均值相差不大,分别为 6.65、6.65 和 5.99  $A_{475} / (g \cdot \min) \times 10^3$  (表 2)。

表 2 籽粒 PPO 活性的基本统计量

Table 2 Grain PPO activity in three locations

地点 Location	样品数 Number of samples	平均值 Average	范围 Range	变异系数 CV (%)
北京 Beijing	70	6.65	2.72 - 11.97	32.6
河南安阳 Anyang, Henan	71	6.65	2.92 - 12.92	33.2
山东济南 Jinan, Shandong	61	5.99	3.11 - 12.42	33.5

从 DH 群体的分布图(图 1)可以看出,群体不符合正态分布,PPO 活性在 3 个地点的变异范围基本一致,存在明显的超亲现象,其中超高亲的品系较

多,超低亲的品系较少。由于该群体的 PPO 活性的观察值不符合正态分布,将其转化为自然对数值进行 QTL 分析。

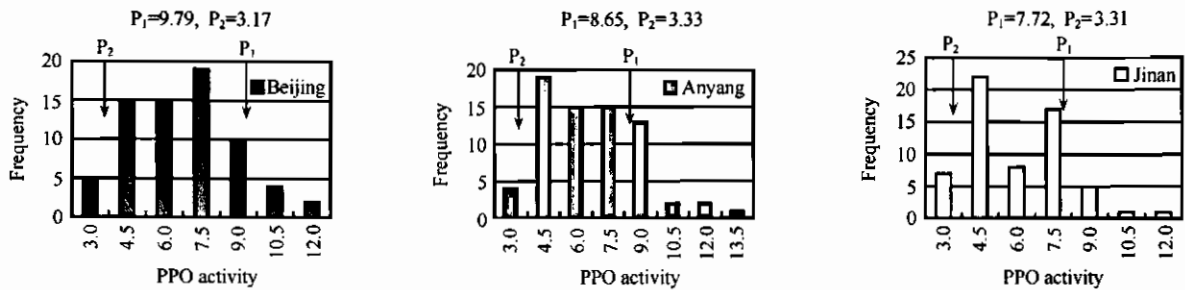


图 1 PPO 活性的频率分布

Fig.1 Frequency distribution of PPO activity [ $A_{475}/(g \cdot \min) \times 10^3$ ]

2.3 QTL 分析

QTL 分析表明(表 3),3 个地点检测到效应最大的 2 个 QTL 都位于 2AL 和 2DL(图 2),此外不同地点还存在一些效应较小的 QTL,如安阳点在 1A 和

1B、济南点在 2B 染色体上,这些微效 QTL 在 3 个地点中没有重复出现。所有 QTL 都来自于高 PPO 活性亲本中优 9507。

表 3 复合区间作图法检测籽粒多酚氧化酶(PPO)活性的 QTL

Table 3 QTLs of grain polyphenol oxidase (PPO) activity based on composite interval mapping analysis

地点 Location	染色体 Chrom.	位置 Pos. (cM)	标记区间 Marker interval	LOD 值 LOD score	加性效应 Additive	贡献率 Var. (%)
北京 Beijing	2AL	169.5	Xgwm382-Xgwm312	9.6	1.55	37.9
	2DL	227.9	WMC36a-WMC41	7.8	1.39	29.1
河南安阳 Anyang, Henan	1A	15.0	WMC336a-P41/M32e	2.8	0.42	3.4
	1B	1.0	<i>Glu-B3/Gli-B1</i> -WMC367	4.4	0.55	5.4
	2AL	170.5	Xgwm382-Xgwm312	23.5	1.73	50.0
	2DL	230.5	WMC41-P41/M32a	16.1	1.27	25.0
山东济南 Jinan, Shandong	2AL	176.9	Xgwm294-P42/M45c	14.8	1.66	48.1
	2B	19.0	Xgwm410-Xgwm374	3.3	0.53	6.3
	2DL	230.5	WMC41-P41/M32a	11.7	1.12	25.8

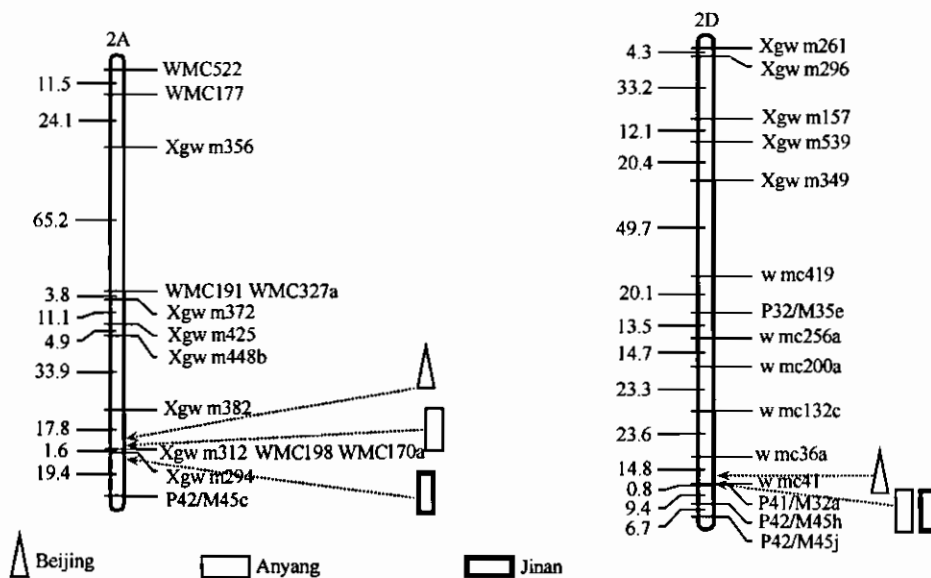


图 2 PPO 活性主效 QTL 的位置

Fig.2 The position of major QTLs for PPO activity

3个地点2AL上QTL的位置和效应略有差异,但都在Xgwm312和Xgwm294附近(两者的遗传距离为1.6 cM),而且效应最大。北京、安阳和济南点的QTL分别距Xgwm312的遗传距离为2.8、1.8和4.6 cM,在该区域QTL的LOD值分别为9.6、23.5和14.8,加性效应分别为1.55、1.73和1.66,贡献率分别为37.9%、50.0%和48.1%。

位于2DL上的QTL在WMC41和P41/M32a附近(两者的遗传距离为0.8 cM),定位区间在3个地点亦略有差异。北京、安阳和济南点的QTL分别距WMC41的遗传距离为1.8、0.8和0.8 cM,距P41/M32a的遗传距离为2.6、0和0 cM,在该区域QTL的LOD值分别为7.8、16.1和11.7,加性效应分别为1.39、1.27、1.12,贡献率分别为29.1%、25.0%和25.8%。

### 3 讨论

本文首次在同一个小作图群体中检测出2个PPO活性的主效QTL,分别位于2AL和2DL上,而且前者的效应明显大于后者。位于2AL上的QTL与Udall<sup>[11]</sup>报道的PPO的一个RFLP标记(Xcdo373)的位置相近,位于2DL的QTL的位置与Mares等<sup>[13]</sup>(标记P41/M32-1)和Demekes等<sup>[12]</sup>(Xfba314)所得的结果接近。在本研究群体中影响PPO活性的主效基因有2个,属于“主效基因+微效多基因”的遗传模式,与葛秀秀等<sup>[8]</sup>用数量遗传模型分析方法所得的结果相吻合。

本研究还首次应用以SSR标记为主的遗传连锁图进行PPO活性的QTL分析。用于遗传分析的常用分子标记有RFLP、RAPD、AFLP和SSR,在小麦中由于RFLP标记的多态性较小、实验步骤多、费时费力等缺点,限制了它的应用。RAPD标记稳定性和重复性差,目前很少使用。AFLP标记的稳定性和重复性比RAPD高,一般为显性标记,但数据统计较复杂,而且多态性片段只有转化为STS或SCAR标记才可用于分子育种。SSR标记具有较高的多态性,一般为共显性标记,位点专化性较强,标记覆盖整个基因组,DNA样本用量少等优点,在小麦、水稻、玉米、大豆、高粱、大麦等主要作物中广泛用来构建遗传图谱,进行遗传变异和分子标记等研究,而且寻找到的特异标记大多可直接应用。本实验检测出的与PPO活性相关的两个主效QTL在3个地点的效应都较大,而且标记区间基本一致。QTL的位置

与其中一个SSR标记紧密连锁,因此有利于将这些标记转化为辅助育种的分子标记,为杂种后代的选择服务。

### References

- [1] Liu J-J(刘建军), He Z-H(何中虎), Jiang S-T(姜善涛), Zhu L-X(朱连先), Wu X-Y(吴祥云), Zhao Z-D(赵振东). Study on flour whiteness and its correlated factors of wheat commercial varieties. *Shandong Agricultural Sciences* (山东农业科学) 2002, 2: 10-12 (in Chinese with English abstract)
- [2] Miskelly D M. Flour components affecting paste and noodle color. *J Sci Food Agric*, 1984, 35: 463-471
- [3] Kruger J E. Effects of flour refinement on raw Cantonese noodle color and texture. *Cereal Chem*, 1994, 71: 177-182
- [4] Morris C F, Jeffers H C, Engle D E. Effect of processing, formula and measurement variables on alkaline noodle color-toward an optimized laboratory system. *Cereal Chem*, 2000, 77: 77-85
- [5] Ge X-X(葛秀秀), He Z-H(何中虎), Yang J(杨金), Zhang Q-J(张歧军). Polyphenol oxidase activities of Chinese winter wheat cultivars and correlations with quality characteristics. *Acta Agronomica Sinica* (作物学报), 2003, 29(4): 112-116 (in Chinese with English abstract)
- [6] Peng S-Q(彭世清). Recent progress of polyphenol oxidase in plants. *Chinese J of Tropical Agri* (热带农业科学), 2000, 3: 61-66
- [7] Kruger J E. Changes in the polyphenol oxidases of wheat during kernel growth and maturation. *Cereal Chem*, 1976, 53: 201-213
- [8] Ge X-X(葛秀秀), Zhang L-P(张立平), He Z-H(何中虎), Zhang Y-M(章元明). The mixed inheritance analysis of polyphenol oxidase activities in winter wheat. *Acta Agronomica Sinica* (作物学报), 2004, 30(1): 18-20 (in Chinese with English abstract)
- [9] Jimenez M, J Dubcovsky. Chromosome location of genes affecting polyphenol oxidase activity in seeds of common and durum wheat. *Plant Breed*, 1999, 118: 395-398
- [10] Anderson J V, Morris C F. An improved whole-seed assay for screening wheat germplasm for polyphenol oxidase activity. *Crop Sci*, 2001, 41: 1 697-1 705
- [11] Udall J. Important alleles for noodle quality in winter wheat as identified by molecular markers. MS thesis, University of Idaho, Moscow, ID, 1997
- [12] Demeke T, Morris C F. Wheat polyphenol oxidase: distribution and genetic mapping in three inbred line populations. *Crop Sci*, 2001, 41: 1 750-1 757
- [13] Mares D J, Campbell A W. Mapping components of flour and noodle colour in Australian wheat. *Australian Journal of Agricultural Research*, 2001, 52: 1 297-1 309
- [14] Demeke T, Morris C F. Molecular characterization of wheat polyphenol oxidase (PPO). *Theor Appl Genet*, 2002, 104: 813-818
- [15] Röder M S, Korzun V, Wendehake K, Plaschke J, Tixier M H, Leroy P, Ganal M W. A microsatellite map of wheat. *Genetics*, 1998, 149: 2 007-2 023
- [16] Pestsova E, Ganal M W, Röder M S. Isolation and mapping of microsatellite markers specific for the D genome of bread wheat. *Genome*, 2000, 43: 689-697
- [17] Devos K M, Bryan G J, Collins A J, Stephenson, Gale M D. Application of two microsatellite sequences in wheat storage proteins as molecular markers. *Theor Appl Genet*, 1995, 90: 247-252
- [18] Lee S J, Penner G A, Devos K M. Characterization of loci containing microsatellite sequences among Canadian wheat cultivars. *Genome*, 1995, 38: 1 037-1 040

CONTENTS

Original Papers

Delaying Leaf Senescence by Regulating Cytokinin Biosynthesis in *Brassica napus* ..... ZHANG Zhi-Li, ZHENG Xue-Qin, LÜ Ying-Tang (1)

Mapping QTLs for Polyphenol Oxidase Activity in a DH Population from Common Wheat ..... ZHANG Li-Ping, GE Xiu-Xiu, HE Zhong-Hu, *et al.* (7)

Isolation and Sequencing Analysis of the Seed-specific Promoter from Soybean ..... CAI-YIN Qing-Ge-Le, LI Ming-Chun, CAI Yi, *et al.* (11)

Relationship between the Changes of Active Oxygen Species and Defense Enzymes in Suspension Cultured Cells Treated by Different Inducers ..... ZENG Fu-Hua, YI Ke, XU Xiang-Li, *et al.* (18)

Cloning and Characterization of Novel Tobacco Genes Induced by Ethephon Using Improved Differential Display Method (in English) ..... YU Tao, YI Ping, ZHI Li-Feng, *et al.* (24)

Improvement Effect of MS1 and MS1-HS Recurrent Selection in Maize Population ZZ4  
 II. Genetic Variance, Combining Ability and Heterosis ..... PENG Ze-Bin, TIAN Zhi-Guo, LIU Xin-Zhi (29)

Intergeneric Crosses between *Eruca sativa* Mill. and *Brassica* Species ..... SUN Wan-Cang, GUAN Chun-Yun, MENG Ya-Xiong, LIU Zi-Gang, ZHANG Tao, LI Xun, YANG Sui-Zhuang, LING Li-Jun, CHEN She-Yuan, ZENG Xiu-Cun, WANG He-Lin (36)

The Cytoplasmic Effect on Quality Characters of K, T, V, CHA-cytoplasmic Hybrid Wheat ..... GAO Qing-Rong, ZHANG Ai-Min, WANG Rui-Xia, QIAO Xiao-Lin, ZHANG Yong-Xiang (43)

Effects of Long-term Culture and Fertilization on the Contents of Forms of Phosphorus and Their Availability in Albic Soil ..... XIANG Chun-Yang, MA Yan-Mei, TIAN Xiu-Ping (48)

Evaluation of the Resistance of Different Insect-resistant Cotton Cultivars to the Pink Bollworm ..... WU Zheng-Bin, CHEN Peng, YANG Ye-Hua, XU Yu-Sen, XIE Hong-Bin (53)

Evaluation for Salt Tolerance in Spring Wheat Cultivars Introduced from Abroad ..... MA Ya-Qin, WENG Yue-Jin (58)

Indexes for Screening and Identify of Rice Tolerance to Low-P Stress ..... GUO Zai-Hua, HE Li-Yuan, XU Cai-Guo, ZHANG Qi-Fa (65)

A Simulation Model for Boll Growth, Development and Abscission in Cotton ..... ZHANG Li-Zhen, CAO Wei-Xing, ZHANG Si-Ping, *et al.* (70)

Effects on Paste Properties and Starch Contents of Different Maturity Maize Cultivars Relay-planting ..... NING Tang-Yuan, LI Zeng-Jia, JIAO Nian-Yuan, *et al.* (77)

Regulation of 63.5 kD Heat-stable Protein in Maize Seedling Roots by ABA and Calcium/Calmodulin under Osmotic Stress ..... SUN Li-Ping, HE Bao-Kun, WU Xue-You, *et al.* (83)

Identification of *Tritileymus* Translocation Line with Stripe Rust Resistance ..... LU Wen-Hui, LIN Xiao-Hu, LI Xing-Feng, *et al.* (88)

Genetic Variation in the Starch Gelatinization Characteristics of Sweetpotato with High Pigment Contents ..... HUANG Hua-Hong, LU Guo-Quan, SHU Qing-Yao (92)

Relationship between HMW-GS and Making Quality of Northern Style Hand-made Steamed Bread ..... FAN Yu-Ding, LI Si-Shen, SUN Hai-Yan, *et al.* (97)

Setting Physiology of the Superior and Inferior Grains of Hybrid Rice Liangyoupeijiu ..... HUANG Sheng-Mou, ZOU Ying-Bin, LIU Chun-Lin (102)

Glyphosate-resistant and Bollworm-resistant Transgenic Cotton Plants with the *aroAM12* and *Bt1m* Genes ..... ZHAO Fu-Yong, XIE Long-Xu, TIAN Ying-Chuan, *et al.* (108)

Influence of Nitrogen Forms on Oat Growth and Phosphorus Uptake ..... FAN Ming-Shou, SUN Ya-Qing, SHAO Jin-Wang, *et al.* (114)

Differential Gene Expression between Reciprocal Cross - fertilized Kernels and Their Parents during the Early Stages of Seed Development in Wheat ..... MENG Fan-Rong, NI Zhong-Fu, WU Li-Min, *et al.* (119)

Effects of Amount of Nitrogen Applied and Planting Density on RVA Profile Characteristic of Japonica Rice ..... YE Quan-Bao, ZHANG Hong-Cheng, LI Hua, *et al.* (124)

Research Notes

Identification of Genetic Diversity in the Foxtail Millet (*Setaria italic* L. Beauv.) by A-PAGE ..... YANG Tian-Yu, SHEN Yu-Hu, HUANG Xiang-Guo, *et al.* (131)

Effects of Silicon on Anther Dehiscence and Pollen Shedding in Rice Under High Temperature Stress ..... LI Wen-Bin, WANG He, ZHANG Fu-Suo (134)



# 《作物学报》征稿简则

1. 文稿:来稿要求内容充实且具有创新性,数据可靠,条理清楚,论述有据,文字精练,图表简明。综述性文章需以作者自己的工作为基础,综述本学科领域国内外最新研究进展。为加强国际交流,可用英文写稿(附中文摘要)。研究论文和专题综述一般不超过8000字(包括图、表和图版),约5个版面;研究简报一般不超过3000字,3个版面以内。首页下方注明课题资助项目名称(批准号)和作者简介(第一作者或和责任作者)。

初稿一式两份,修改稿只需一份,A4纸间行、单栏、单面打印,字迹清楚,四周留空,以便修改。定稿后需提供电子文稿。可通过E-mail向本刊投稿或传送修改稿(作为附件,Word格式,A4页面,正文5号字)。

2. 英文摘要:英文摘要应是应用符合英文语法的文字语言,以提供文献内容梗概为目的,简明、确切地论述文献重要内容的短文。必须符合“拥有与论文同等量的主要信息”的原则。重点包括“研究背景、目的、方法、结果和结论”5个要素。应避免要素不全和繁简失当。英文摘要的内容须尽可能详细,字数多于中文摘要,300~500字;最好写满一页,为了使英语读者能充分利用图与表,英文摘要中应引用主要图、表中的内容并注明图、表序号。

3. 计量单位:采用国家法定计量单位,如:m(米)、s(秒)、min(分)、h(小时)、d(天)、L(升)、kg(千克)、hm<sup>2</sup>(公顷)(英文论文与英文文摘中用ha)、t(吨)、Pa(帕斯卡)、mol(摩尔)、cM(摩厘)、U(酶活力单位)等。溶液浓度用mol/L或mg/L等表示,M、N、ppm、亩等已停止使用。1M硫酸改为1mol/L,1N硫酸改为0.5mol/L。在一个组合单位内不得有一条以上的斜线,如 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 可写作 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ ,但不可写作 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 。单位符号不用于无数字的文句中,如每天不写作每d。数字与单位之间须留一字的1/4空。

4. 图表:图、表要少而精,应有足够的信息,具有自明性,即应使读者不查阅正文即可理解图、表的内容。图表应排在正文首次提及之后。图题、表题、表中横竖项目栏和注释要有中、英文对照,图中的内容只用英文。数量关系尽量用图表示,文字部分避免罗列与图、表重复的数字。线条图中点线要准确、清晰、美观,不宜过粗或过细,用电脑绘制并激光打印。计算机制图请提供制图参数和软盘文件。照片图必须提供原照片。照片图的背后注明第一作者姓名及上、下方向等。照片要清晰,反差好。如照片较多,可拼贴成16cm×22cm的版心,并用硬纸板夹好。表格编排采用三线表,不带竖线,可加必要的辅助横线。表内个位数、小数点、±、-、+等应上下对齐。

5. 参考文献:选与本文内容有关的近期文献,数目宜多不宜少。对国内和国外的文献给予同等程度的重视。未公开发表的资料或私人通讯不作为文献列出,可在文中用括号注明。参考文献按照在文章中出现的先后顺序编号、排列,即按“顺序编码制”编写。在文中引用处的右上角加方括号标明文献序号。文献中作者姓名全部列出。作者应对所引文献的准确性负责,修改时请务必逐篇核查文献的正确性。

在参考文献中引用中、日文刊物(或专著、论文集等)的文献时,无论其原文是用中、日文还是用英文形式刊出,均用英文形式列出,并在页码后注明语种。中文期刊中析出文献,根据英文摘要的有无标注(in Chinese with English abstract)

或(in Chinese)。英文刊名用斜体,中国作者、期刊和专著须在括号中注出中文名。几种主要参考文献的著录格式如下:期刊

[序号]作者姓名.文章题目.期刊名称,出版年,卷(期):起始页码-终止页码(语种)

[1]Yang J-C(杨建昌),Wang Z-C(王志琴),Liu L-J(刘立军),Lang Y-Z(郎有忠),Zhu Q-S(朱庆森).Growth and development characteristics and yield formation of dry-cultivated rice. *Acta Agronomica Sinica*(作物学报),2002,28(1):11-17(in Chinese with English abstract)

[2]David J L, Zivy M, Cardin M L, Brababt P. Protein evolution in dynamically managed populations of wheat: adaptive responses to macro-environmental conditions. *Theor Appl Genet*, 1997, 95: 932-941

## 专著

[序号]作者姓名.书名.出版地:出版者,出版年.起始页码-终止页码(语种)

[3]Mo H-D(莫惠栋).Agricultural Experimentation(农业试验统计),2nd ed. Shanghai: Shanghai Sci & Tech Press, 1992. 467-602(in Chinese)

[4]Evans L T. Crop Evolution, Adaptation and Yield. New York: Cambridge, 1993

## 论文集

[序号]作者姓名.文章题目. In:编者姓名.论文集名称.出版地:出版者,出版年.起始页码-终止页码(语种)

[5]He Z-H(何中虎),Xiao S-H(肖世和),Zhuang Q-S(庄巧生).Wheat breeding progress from 1996 to 2000. In:Zhuang Q-S(庄巧生),Du Z-H(杜振华) eds. Advance of Wheat Breeding in China(中国小麦育种研究进展). Beijing: China Science and Technology Press, 2002. 3-7(in Chinese)

6. 稿件处理周期:从投稿之日起,半年内不得另投他刊。如修改期超过3个月又未及时申明理由者,作新稿处理。刊登与否需经两或三位同行评议和常务编委终审后决定。投稿时作者可提出要求回避的同行专家名单,也可以推荐3~5位非本单位的审稿人,供编辑部参考。刊登后即付稿酬,并赠送样书2本和单行本30份。作者若需要更多的单行本,可在稿件刊出前与编辑部联系。

7. 版权:来稿发表后,文章著作权归作者所有,文责由作者自负,编辑权归本刊所有。本刊有权将其向国内、外文献检索机构报送并上网,届时将不再通知作者。

8. 证明信:来稿须附单位同意发表的证明信,写明无泄密之处、一稿两投和未正式发表等情况,还须经每位作者署名同意并签名。

9. 收费:每篇来稿不论录用与否,均需在投稿时支付审稿费150元。刊用稿需支付220元/版作为版面费(超过5版后为420元/版),黑白图版500元/版,彩色图版1500元/版。汇款可邮汇或银行信汇。邮汇——北京市海淀区中关村南大街12号中国农科院作物所《作物学报》编辑部(邮编100081),收款人:卓淑燕;银行汇款——开户行:交通银行北京分行农科院分理处,户名:中国作物学会,帐号:060435018001069607。汇款时务请注明第一作者姓名、单位和论文题目。编辑部收款后即寄回收据。